



**TUGAS AKHIR - TF 141581**

# **EVALUASI AKUSTIK RUANG DAN TATA SUARA PADA GEDUNG GRAHA PATRIA KOTA BLITAR**

**RIZAL CAHYONO**  
**NRP. 0231134000067**

**Dosen Pembimbing :**  
**Ir. Wiratno Argo Asmoro, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**SURABAYA**  
**2018**





***FINAL PROJECT - TF 141581***

***THE EVALUATION ROOM ACOUSTIC AND  
SOUND SYSTEM AT GRAHA PATRIA KOTA  
BLITAR BUILDING***

***RIZAL CAHYONO  
NRP. 02311340000067***

***Supervisors :  
Ir. Wiratno Argo Asmoro, M.Sc.***

***ENGINEERING PHYSICS DEPARTMENT  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018***



## **PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Rizal Cahyono
NRP	: 02311340000067
Departemen / Prodi	: Teknik Fisika / S1 Teknik Fisika
Fakultas	: Fakultas Teknologi Industri
Perguruan Tinggi	: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "Evaluasi Akustik Ruang dan Tata Suara pada Gedung Graha Patria Kota Blitar" adalah benar-benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari orang lain. Apalagi di kemudian hari terbukti terdapat plagiat pada Tugas Akhir ini, maka saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 27 Juli 2018  
Yang membuat pernyataan,



Rizal Cahyono  
NRP. 02311340000067



**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**EVALUASI AKUSTIK RUANG DAN TATA SUARA PADA  
GEDUNG GRAHA PATRIA KOTA BLITAR**

**Oleh:**

**Rizal Cahyono**

**NRP. 02311340000067**

**Surabaya, 27 Juli 2018**

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing I**



**Ir. Wiratno Argo Asmoro, M.Sc.**

**NIPN. 19600229 198701 1 001**

**Mengetahui,  
Kepala Departemen  
Teknik Fisika FTI-ITS**



**Agus Murniawan Harta, S.T., M.Si., Ph.D.**

**NIPN. 19780902 200312 1 002**





**EVALUASI AKUSTIK RUANG DAN TATA SUARA PADA  
GEDUNG GRAHA PATRIA KOTA BLITAR**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada




Bidang Studi Rekayasa Vibrasi dan Akustik  
Progam Studi S-I Departemen Teknik Fisika  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**RIZAL CAHYONO**  
**NRP. 02311340000067**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ir. Wiratno Argo Asmoro, M.Sc.
2. Ir. Jerri Susatio, M.T.
3. Lizda Johar Mawarani, S.T., M.T.

 ..... (Pembimbing I)  
 ..... (Penguji I)  
 ..... (Penguji II)

**SURABAYA**  
**27 JULI 2018**



# **EVALUASI AKUSTIK RUANG DAN TATA SUARA PADA GEDUNG GRAHA PATRIA KOTA BLITAR**

**Nama** : Rizal Cahyono  
**NRP** : 0231134000067  
**Departemen** : Teknik Fisika FTI-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Wiratno Argo Asmoro, M.Sc.

## **Abstrak**

Gedung Graha Patria merupakan gedung milik pemerintah Kota Blitar yang diperuntukan ntuk berbagai kegiatan. Salah satu kegiatan yang sering dilakukan di gedung ini adalah seminar. Dalam kegiatan seminar sangat membutuhkan kejelasan suara dari narasumber. Kejelasan suara membutuhkan kualitas akustik ruang dan/atau sistem tata suara yang baik. Peningkatan kualitas kejelasan suara dapat dilakukan dengan perbaikan kualitas lingkungan akustik serta pemilihan dan penempatan speaker yang tepat. Perbaikan diawali dengan analisa kondisi akustik ruang masjid menggunakan parameter waktu dengung (RT60). Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh nilai RT60 sebesar 6 detik. Nilai waktu dengung belum mencapai nilai yang direkomendasikan yaitu 1,2 detik. Dengan kondisi ruang tersebut, dilakukan perbaikan kualitas akustik ruang Gedung dengan melakukan pergantian bahan diberbagai bagian gedung, sehingga diperoleh nilai waktu dengung sebesar 1,1 detik. Hasil ini digunakan sebagai dasar simulasi pemasangan speaker dengan variasi perubahan sudut horizontal speaker bagian tengah dan belakang. Simulasi dengan variasi sudut horizontal speaker tengah menghasilkan nilai terbaik % Alcons sebesar 4,11%, STI sebesar 0,693 dan C50 sebesar 3,42 untuk pemasangan speaker dengan sudut horizontal 250 atau -70 derajat. Sedangkan hasil simulasi dengan variasi sudut horizontal speaker belakang menghasilkan nilai rerata terbaik % Alcons sebesar 4,11%, STI sebesar 0,693 dan C50 sebesar 3,42 untuk pemasangan speaker dengan sudut horizontal 220 atau -40 derajat.

**Kata kunci:** auditorium, akustik, *coefficient absorption*, kejelasan, *speaker*.

## **THE EVALUATION ROOM ACOUSTIC AND SOUND SYSTEM AT GRAHA PATRIA KOTA BLITAR BUILDING**

**Name** : Rizal Cahyono  
**NRP** : 02311340000067  
**Department** : Engineering Physics FTI-ITS  
**Supervisors** : Ir. Wiratno Argo Asmoro, M.Sc.

### **Abstract**

*Graha Patria Building is a building owned by the government of Blitar City, intended for various activities. One of the most regular activities in this building is the seminar. In the seminar activities desperately need clarity of voice from the speakers. Sound clarity requires good acoustic quality of room and / or sound system. Improving the quality of voice clarity can be done by upgrading the quality of the acoustic environment as well as proper selection and placement of speakers. Improvement begins with the analysis of the acoustic condition of mosque room using the parameters of reverberation time (RT60). Based on the measurement results are obtained RT60's value of 6 seconds. The value of reverberation time has not reached the recommended value of 1.2 seconds. With the condition of the space, doing the acoustic quality improvement of Building space by changing the material in various parts of the building, therefore the value of the reverberation time becomes 1.1 seconds. This result is used as a reference for simulating the installation of speakers with variations of horizontal angle changes in the middle and rear of speakers. The simulations with horizontal angle variations on the middle of speaker produce the best value of %Alcons, STI, and C50, accounted for 4.11%, 0.693, and 3.42 respectively for mounting speakers with horizontal angle of 250 or -70 degrees, while the results of the simulations with horizontal angle variations on the rear of speaker produce the best value of %Alcons, STI, and C50, accounted for 4.11%, 0.693, and 3.42 consecutively for the*

*installation of horizontal speakers with horizontal angel of 220 or -40 degrees.*

***Keywords :*** *auditorium, acoustics, coefficient absorption, clarity, speakers*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, serta shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW, hingga terselesaikannya tugas akhir beserta laporan tugas akhir yang berjudul **EVALUASI AKUSTIK RUANG DAN TATA SUARA PADA GEDUNG GRAHA PATRIA KOTA BLITAR.**

Penulis telah banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak dalam penyelesaian tugas akhir dan laporan Tugas Akhir ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua (Bapak Suyanto dan Ibu Yunanik) serta saudara ( Nova Relawati ) serta adik keponakan (Syeika Belvalina Y) yang selalu memintaku untuk pulang. Terima kasih atas segala cinta, kasih sayang, doa, perhatian, serta dukungan moril dan materiil yang telah diberikan.
2. Bapak Agus Muhamad Hatta, S.T., M.Si., Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Fisika yang telah memberikan petunjuk, ilmu, serta bimbingan selama menempuh pendidikan di Teknik Fisika.
3. Bapak Ir. Wiratno Argo Asmoro, M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar memberikan petunjuk, ilmu, serta bimbingan yang sangat bermanfaat serta selaku Kepala Laboratorium Rekayasa Instrumensi yang telah memberikan ilmu, Pserta kemudahan perizinan.
4. Bapak Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.Sc., selaku dosen wali yang telah membimbing penulis selama perkuliahan.
5. Seluruh teman seperjuangan Laboratorium Vibrasi dan Akustik diantaranya Nike, Fanis, Yono, Dika, Harisma, Taufan, Hafizh dan lainnya terima kasih untuk semuanya.
6. Seluruh teman – teman Departemen Teknik Fisika angkatan 2013, terima kasih untuk semuanya.
7. Seluruh anggota Kontrakan Muslimin yang selalu setia menemani disaat senang dan terus memberikan semangat.

8. Seluruh dosen, karyawan dan civitas akademik Teknik Fisika, terimakasih atas segala bantuan dan kerjasamanya.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuannya.

Penulis sadar bahwa penulisan laporan tugas akhir ini tidak sempurna, namun semoga laporan ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dan menambah wawasan yang bermanfaat bagi pembaca, keluarga besar Teknik Fisika khususnya, dan civitas akademik ITS pada umumnya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat sebagai referensi pengerjaan laporan tugas akhir bagi mahasiswa yang lain.

Surabaya, 27 Juli 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul .....	i
<i>Title Page</i> .....	ii
Lembar Pengesahan I .....	v
KATA PENGANTAR.....	xv
DAFTAR ISI .....	xvii
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR TABEL .....	xxi
 BAB I PENDAHULUAN .....	 1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	 5
2.1 Parameter Akustik Ruang .....	5
2.2 Struktur Bangunan dan Elemen Tambahan dalam Ruang .....	9
2.3 Akustik dalam Auditorium.....	12
2.4 Penempatan Sistem Audio dalam Ruang .....	13
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	 17
3.1 Alur Penelitian .....	17
3.2 Survei dan Pengukuran Awal .....	19
3.3 Desain dan Simulasi Gedung Tahap Awal.....	20
3.4 Pengukuran Parameter Akustik.....	22
3.5 Perbandingan RT60 Hasil Simulasi dan Pengukuran ...	23
3.6 Perbaikan Akustik Ruang Gedung .....	24
3.7 Pemilihan Speaker dan Simulasi Pemasangan Speaker.....	25
 BAB IV HASIL SIMULASI DAN PENGUKURAN .....	 27
4.1 Hasil Pengukuran Parameter Akustik .....	27
4.2 Simulasi Kondisi Eksisting Akustik Ruang .....	28
4.3 Perbaikan Kualitas Akustik Ruang .....	29

4.4	Simulasi Parameter Akustik dengan Pemasangan Speaker .....	41
BAB V PENUTUP .....		49
5.1	Kesimpulan .....	49
5.2	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....		50
LAMPIRAN		

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b>	Grafik reverbration time (RT60).....	5
<b>Gambar 2. 2</b>	Grafik korelasi antara RT, volume dan luas permukaan (Wolfgang Ahnert, 2008).....	6
<b>Gambar 2. 3</b>	Sifat bunyi yang mengenai bidang bercelah .....	10
<b>Gambar 2. 4</b>	Pemantulan pada bidang batas (bentuk atap).....	11
<b>Gambar 2. 5</b>	Contoh bentuk balkon .....	11
<b>Gambar 2. 6</b>	Ruang auditorium.....	12
<b>Gambar 2. 7</b>	Sistem tata suara langit-langit; (a) tampak samping, (b) tampak atas (Audio, n.d.) .....	15
<b>Gambar 3. 1</b>	Diagram alir penelitian (bersambung).....	17
<b>Gambar 3. 2</b>	Gedung Graha Patria Kota Blitar tampak dari luar.....	19
<b>Gambar 3. 3</b>	Design gedung Graha Patria dengan software EASE4.3 tampak atas .....	20
<b>Gambar 3. 4</b>	Design gedung Graha Patria dengan software EASE4.3 tampak samping (3D) .....	21
<b>Gambar 3. 5</b>	Denah pengukuran parameter akustik ruang pada gedung Graha Patria.....	22
<b>Gambar 3. 6</b>	Denah simulasi pemasangan speaker .....	26
<b>Gambar 4. 1</b>	Bagian depan gedung.....	30
<b>Gambar 4. 2</b>	Bagian belakang gedung .....	32
<b>Gambar 4. 3</b>	Bagian kanan gedung .....	34
<b>Gambar 4. 4</b>	Bagian kiri gedung.....	35
<b>Gambar 4. 5</b>	Gedung tampak dalam (a) bagian depan gedung, (b) bagian belakang gedung.....	37
<b>Gambar 4. 6</b>	Gedung tampak dalam (a) bagian kanan gedung, (b) bagian kiri gedung .....	38

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b>	Penilaian Speech Intelligibility (SI) Berdasarkan Nilai C50 (Wolfgang Ahnert, 2008) .....	7
<b>Tabel 2. 2</b>	Hubungan Kualitas Transmisi Suara dan Nilai STI.....	8
<b>Tabel 2. 3</b>	Klasifikasi Nilai Alcons (Wolfgang Ahnert, 2008) .....	9
<b>Tabel 3. 1</b>	Daftar Bahan Bangunan pada Gedung Graha Patria .....	20
<b>Tabel 3. 2</b>	Variasi Pemasangan Speaker TOA (Electronic, 2018) .....	26
<b>Tabel 4. 1</b>	Hasil Pengukuran Waktu Dengung .....	27
<b>Tabel 4. 2</b>	Bahan-Bahan yang Digunakan pada Simulasi.....	28
<b>Tabel 4. 3</b>	Hasil Simulasi RT60 Kondisi Eksisting .....	28
<b>Tabel 4. 4</b>	Bagian Atap dan Depan Gedung yang Berubah Bahan .....	31
<b>Tabel 4. 5</b>	Waktu Dengung Setelah Penggantian Bahan Bagian Depan.....	31
<b>Tabel 4. 6</b>	Bagian Atap dan Belakang Gedung yang Berubah Bahan .....	32
<b>Tabel 4. 7</b>	Waktu Dengung Setelah Penggantian Bahan Bagian Belakang .....	33
<b>Tabel 4. 8</b>	Bagian Atap dan Kanan Gedung yang Berubah Bahan .....	34
<b>Tabel 4. 9</b>	Waktu Dengung Setelah Penggantian Bahan Bagian Kanan.....	35
<b>Tabel 4. 10</b>	Bagian Atap dan Kiri Gedung yang Berubah Bahan .....	36
<b>Tabel 4. 11</b>	Waktu Dengung Setelah Penggantian Bahan Bagian Kiri.....	36
<b>Tabel 4. 12</b>	Bagian Atap dan Depan-Belakang Gedung yang Berubah Bahan.....	37
<b>Tabel 4. 13</b>	Waktu Dengung Setelah Penggantian Bahan Bagian Depan-Belakang.....	38

<b>Tabel 4. 14</b>	Bagian Atap dan Kiri-Kanan Gedung yang Berubah Bahan .....	39
<b>Tabel 4. 15</b>	Waktu Dengung Setelah Penggantian Bahan Bagian Kiri-Kanan .....	39
<b>Tabel 4. 16</b>	Semua Bagian Gedung yang Berubah Bahan .....	40
<b>Tabel 4. 17</b>	Waktu Dengung Setelah Penggantian Bahan Semua Bagian.....	40
<b>Tabel 4. 18</b>	Distribusi Parameter Akustik pada Variasi Speaker Tengah dengan Sudut Horizontal -60 Derajat / 240 Derajat .....	41
<b>Tabel 4. 19</b>	Distribusi Parameter Akustik pada Variasi Speaker Tengah dengan Sudut Horizontal -70 Derajat / 250 Derajat .....	42
<b>Tabel 4. 20</b>	Distribusi Parameter Akustik pada Variasi Speaker Tengah dengan Sudut Horizontal -80 Derajat / 260 Derajat .....	43
<b>Tabel 4. 21</b>	Distribusi Parameter Akustik pada Variasi Speaker Tengah dengan Sudut Horizontal -90 Derajat / 270 Derajat .....	44
<b>Tabel 4. 22</b>	Distribusi Parameter Akustik pada Variasi Speaker Belakang dengan Sudut Horizontal -20 Derajat / 200 Derajat .....	45
<b>Tabel 4. 23</b>	Distribusi Parameter Akustik pada Variasi Speaker Belakang dengan Sudut Horizontal -03 Derajat / 210 Derajat .....	46
<b>Tabel 4. 24</b>	Distribusi Parameter Akustik pada Variasi Speaker Belakang dengan Sudut Horizontal -40 Derajat / 220 Derajat .....	47
<b>Tabel 4. 25</b>	Distribusi Parameter Akustik pada Variasi Speaker Belakang dengan Sudut Horizontal -50 Derajat / 230 Derajat .....	48

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kenyamanan pada bangunan merupakan komponen yang penting untuk diperhatikan mengingat pengaruh kenyamanan terhadap produktivitas aktivitas yang dilakukan di dalamnya. Pembagian faktor kenyamanan tersebut terdiri dari kenyamanan Termal, Akustik dan Pencahayaan. Semua faktor kenyamanan tersebut memiliki peran tersendiri dan saling melengkapi untuk pemenuhan kenyamanan di dalam ruangan tersebut (Karyono, 1999). Setiap faktor kenyamanan ini, memiliki nilai parameter - parameter yang berbeda untuk setiap ruangan, bergantung dari fungsi ruangan itu sendiri. Setiap penyimpangan dari parameter kenyamanan itulah yang menimbulkan ketidaknyamanan.

Kenyamanan akustik menjadi salah satu faktor kenyamanan yang patut diperhatikan. Tidak tercapainya parameter-parameter akustik dalam suatu ruangan dapat mengganggu fungsi ruangan tersebut (Hernawati, 2015). Semisal dalam sebuah gedung serbaguna yang digunakan untuk acara seminar yang memiliki persebaran suara tidak merata, maka hal tersebut akan berpengaruh pada informasi yang diperoleh oleh pendengar. Hal tersebut dapat menjadi masalah tersendiri. Kejelasan dalam percakapan, seminar atau kajian menjadikan setiap ruang memiliki kriteria yang beragam sesuai dengan fungsinya.

Gedung Graha Patria atau Gedung Pemuda Kota Blitar merupakan gedung serba guna milik pemerintah Kota Blitar. Graha Patria beralamat di jalan HOS Cokroaminoto no 1, Kota Blitar. Gedung berbentuk kotak ini biasa digunakan sebagai sentra kegiatan pemerintah seperti pemilihan duta wisata maupun masyarakat umum seperti pameran buku, resepsi pernikahan pertunjukan seni dan musik dan lain sebagainya. Graha Patria terdiri dari 1 lantai dengan panggung dan aula menjadi satu bagian. Kapasitas total dari Graha Patria yaitu sekitar 1.000 orang. Berdasarkan survei terhadap perorangan (pengelola, pemakai dan orang sound system) yang telah dilakukan, terkait dengan berbagai

fungsinya, terdapat beberapa permasalahan pada bangunan Graha Patria jika ditinjau dari sisi akustik ruang yaitu Suara dari panggung tidak terdistribusi secara merata ke seluruh ruangan, Suara dari panggung tidak terdengar jelas sampai belakang, timbulnya gema pada gedung, sulitnya mengatur peletakan speaker.

Sebagai bangunan yang didesain dengan tujuan multifungsi, Graha Patria perlu memperhatikan aspek kenyamanan fisis bagi penghuni di dalamnya. Pada ruang serbaguna, masalah akustik merupakan unsur paling vital karena kegiatan speech dan musik mengandalkan suara dalam penyampaian pesannya. Melalui usulan penelitian tugas akhir ini, penulis ingin mengajukan perancangan perbaikan akustik ruang pada gedung Graha Patria Kota Blitar. Hal ini dikarenakan selain kebutuhan Gedung untuk kegiatan yang penting, juga karena untuk menunjang berbagai kegiatan yang akan dilaksanakan di tempat tersebut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah dari penulisan tugas akhir ini adalah :

- a. Bagaimanakah kondisi kualitas akustik ruang dalam Gedung Graha Patria Kota Blitar?
- b. Bagaimanakah perancangan perbaikan ruangan Gedung Graha Patria Kota Blitar?
- c. Bagaimanalah perancangan sistem audio untuk masing-masing keperluan pada ruang Gedung Graha Patria Kota Blitar?

## **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui kondisi kualitas akustik ruang dalam Gedung Graha Patria Kota Blitar.
- b. Untuk melakukan perancangan perbaikan ruangan Gedung Graha Patria Kota Blitar.



- c. Untuk melakukan perancangan sistem audio untuk ruang Gedung Graha Patria Kota Blitar.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Untuk menghindari pembahasan topik di luar tugas akhir ini, terdapat beberapa batasan masalah diantaranya :

- a. Analisa kualitas akustik ruang dengan mengabaikan kondisi lingkungan luar.
- b. Perancangan ruang dan penempatan sistem audio dilakukan dengan perangkat lunak EASE.
- c. Gedung yang dijadikan objek penelitian adalah Gedung Graha Patria Kota Blitar.

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

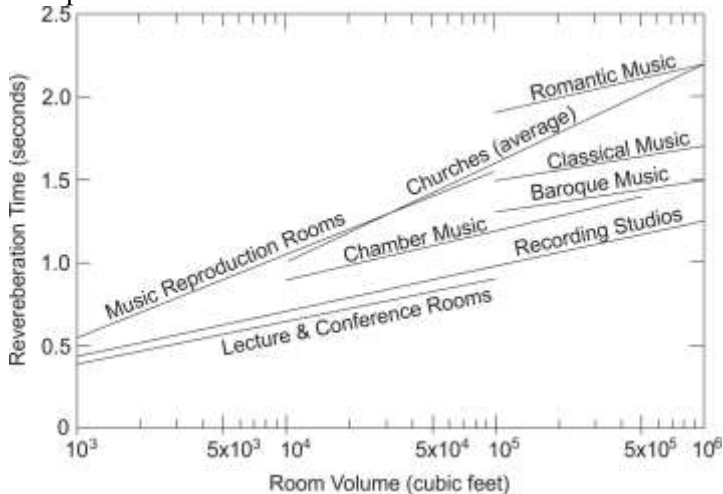
#### 2.1 Parameter Akustik Ruang

Kriteria akustik pada ruangan terdiri dari beberapa macam, yaitu waktu dengung, clarity (C), *sound transmission index*(STI) dan *articulation loss* (%alcons).

##### a. Waktu Dengung (RT)

Waktu dengung didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan tingkat tekanan bunyi untuk meluruh sebesar 60 dB, yang dapat diperoleh dari garis regresi linier peluruhan 5dB hingga 35 dB dari tingkat tekanan bunyi tertinggi (ISO 3382:2009, 2009). Dalam perkembangannya, waktu dengung tidak hanya didasarkan pada peluruhan 60 dB saja, tetapi juga pada pengaruh suara langsung dan pantulan awal (EDT) atau peluruhan-peluruhan yang terjadi kurang dari 60 dB, seperti 15 dB (RT15), 20 dB (RT20), dan 30 dB (RT30) (Hedy C. Indrani, 2007).

Waktu dengung berhubungan dengan volume ruang dan luas permukaan bidang serapan bunyi pembentuk ruang. Hal itu dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan 2.2.



**Gambar 2. 1** Grafik reverbration time (RT60).  
(Wolfgang Ahnert, 2008)

Nilai waktu dengung suatu ruang juga dapat dihitung ketika mengetahui nilai koefisien absorpsi setiap permukaan yang ada dalam ruang tersebut. Perhitungan nilai waktu dengung dapat dilakukan dengan persamaan berikut ini :

$$RT60 = \frac{0.161 V}{\alpha S} \quad (2.1)$$

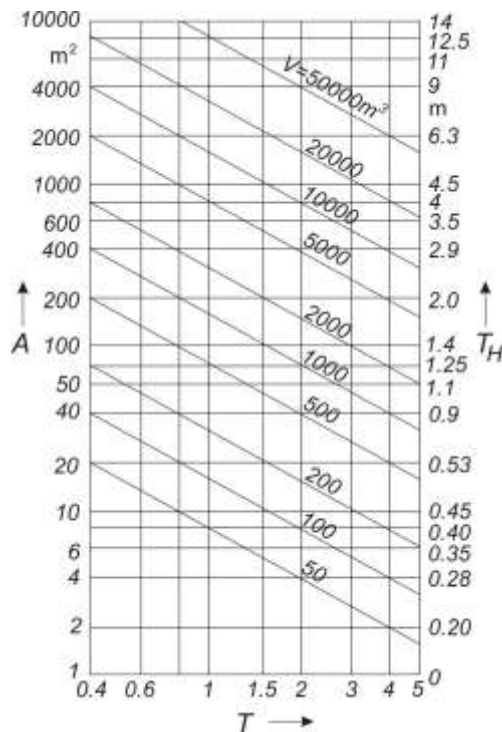
Keterangan :

RT60 : Waktu dengung (detik)

V : Volume ruang

$\alpha$  : rerata koefisien serap

S : Luas Permukaan Ruang



**Gambar 2.2** Grafik korelasi antara RT, volume dan luas permukaan (Wolfgang Ahnert, 2008)

b. *Clarity (C)*

*Clarity* atau kejernihan bunyi merupakan ukuran kejelasan suara dalam ruang yang diukur dengan membandingkan antara energi suara yang datang antara 0.05 – 0.08 detik pertama (suara termanfaatkan) dengan suara pantulan yang datang berikutnya (terlambat) yang dianggap sebagai suara yang merusak. Suara terlambat merupakan akibat dari pantulan yang menyebabkan lamanya waktu dengung. *Clarity* dibagi menjadi dua yaitu *Clarity* 50 (C50) dan *Clarity* 80 (C80). Tingkat kejelasan pembicaraan semakin baik ketika nilai *clarity* (C50) lebih besar atau sama dengan -2 dB (Hedy C. Indrani, 2007).

Nilai C50 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$C_{50} = \frac{0.161 V}{\alpha S} \quad (2.3)$$

**Tabel 2. 1** Penilaian Speech Intelligibility (SI) Berdasarkan Nilai C50 (Wolfgang Ahnert, 2008)

Nilai Kualitas	Nilai C50
<i>Bad</i>	-15 s.d -7
<i>Poor</i>	-7 s.d 2
<i>Good</i>	2 s.d 7
<i>Excellent</i>	>7

c. *Speech Transmission Index (STI)*

STI merupakan ukuran objektif untuk kejelasan ucapan selama transmisi . Nilai STI berdasarkan pada pengurangan sinyal modulasi suara antara sumber bunyi dengan posisi pengukuran. STI menunjukkan pengaruh sistem transmisi suara dalam ruang. STI bergantung pada kondisi ruang (dengung), gangguan (noise), dan pengaruh sinyal yang berasal dari luar yang mengganggu transmisi suara. Ukuran kejelasan dengan menggunakan STI ditunjukkan dalam Tabel 2.3.

**Tabel 2. 2** Hubungan Kualitas Transmisi Suara dan Nilai STI  
(Wolfgang Ahnert, 2008)

Nilai Kualitas	Nilai STI
<i>Unsatisfactory</i>	0,00-0,30
<i>Poor</i>	0,30-0,45
<i>Satisfactory</i>	0,45-0,60
<i>Good</i>	0,60-0,75
<i>Excellent</i>	0,75-1,00

d. *Articulation Loss (%Alcons)*

*Articulation Loss (%Alcons)* merupakan salah satu ukuran tingkat kejelasan suara (Speech Intelligibility) dalam ruang. Alcons menunjukkan hilangnya bagian konsonan dari suara yang diucapkan. Nilai waktu dengung juga berpengaruh terhadap nilai Alcons, oleh karena semakin tinggi waktu dengungnya akan semakin banyak noise yang mengurangi tingkat kejelasan. Semakin kecil nilai Alcons semakin baik tingkat kejelasannya. Alcons dapat digunakan sebagai sarana prediksi atau perancangan akustik ruang dan sistem suara dalam ruang. Dimana nilai Alcons dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\%Alcons = \frac{0.161 V}{\alpha S} \quad (2. 4)$$

Keterangan :

D : Jarak pendengar ke sumber suara

T : Waktu dengung (s)

n+1 : Jumlah speaker

Q : Keterarahan speaker

V : Volume Ruang

K : Faktor Koreksi (1,5)

**Tabel 2. 3** Klasifikasi Nilai Alcons (Wolfgang Ahnert, 2008)

Nilai Kualitas	Nilai Alcons
Ideal	$\leq 3\%$
Good	3-8%
Satisfactory	8-11%
Poor	$>11\%$
Worthless	$>20\%$ (nilai batasnya 15%)

## 2.2 Struktur Bangunan dan Elemen Tambahan dalam Ruang

Sebagaimana cahaya, bunyi juga dapat dipantulkan, diserap, dan dibelokkan. Hal ini mendasari pengelompokan elemen akustik kedalam 3 bagian berikut :

### a. Elemen Pemantul

Elemen ini pada umumnya digunakan apabila ruang memerlukan pemantulan gelombang bunyi pada arah tertentu. Ciri utama elemen ini adalah secara fisik permukaannya keras dan arah pemantulannya spekular (mengikuti kaidah hukum Snellius: sudut pantul sama dengan sudut datang).

### b. Elemen Penyerap

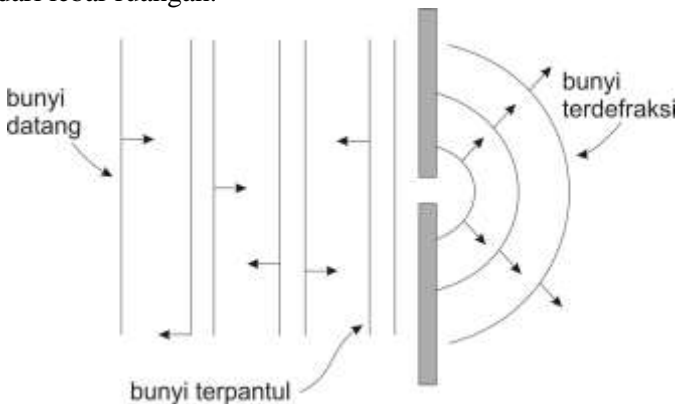
Elemen ini digunakan apabila ada keinginan untuk mengurangi energi bunyi di dalam ruangan, atau dengan kata lain apabila tidak diinginkan adanya energi bunyi yang dikembalikan ke ruang secara berlebihan. Efek penggunaan elemen ini adalah berkurangnya waktu dengung ruang (*reverberation time*). Ciri utama elemen ini adalah secara fisik permukaannya lunak/berpori atau keras tetapi memiliki bukaan (lubang) yang menghubungkan udara dalam ruang dengan material lunak/berpori dibalik bukaannya, dan mengambil banyak energi gelombang bunyi yang datang ke permukaannya. Khusus untuk frekuensi rendah, elemen ini dapat berupa pelat tipis dengan ruang udara atau bahan lunak dibelakangnya.

### c. Elemen penyebar

Elemen ini diperlukan apabila tidak diinginkan adanya pemantulan spekular atau bila diinginkan energi yang datang ke permukaan disebar secara merata atau acak atau dengan pola

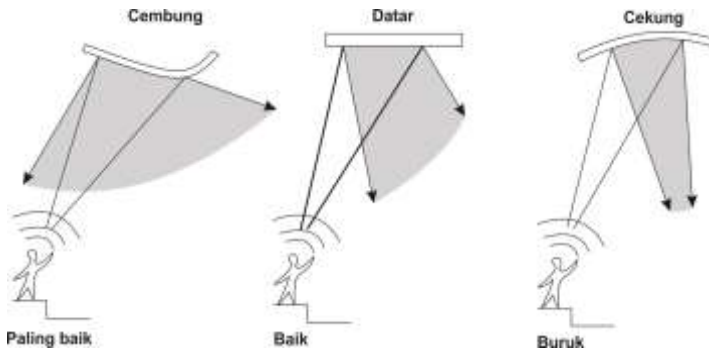
tertentu, dalam level di masing- masing arah yang lebih kecil dari pantulan spekularnya. Ciri utama elemen ini adalah permukaannya yang secara akustik tidak rata. Ketidakrataan ini secara fisik dapat berupa permukaan yang tidak rata (beda kedalaman, kekasaran acak, dan sebagainya) maupun permukaan yang secara fisik rata tetapi tersusun dari karakter permukaan yang berbeda-beda (dalam formasi teratur ataupun acak). Energi gelombang bunyi yang datang ke permukaan ini akan dipantulkan secara non spekular dan menyebar (level energi terbagi ke berbagai arah). Elemen ini juga memiliki karakteristik penyerapan.

Elemen akustik dalam tataran pelaksanaan digunakan dalam bagian dinding dan plafon atau langit-langit serta tambahan dalam balkon (untuk kondisi tertentu) dari sebuah bangunan. Dinding sebagai elemen pengendali dan pengarah pantulan suara. Sebagai pengendali dalam arti penyerap energi bunyi untuk mnegurangi pantulan, sedangkan fungsi pengarah adalah sebagai pemantul suara. Sedangkan plafon atau langit-langit, mempunyai sifat atau tugas sebagai reflektor yakni membelokkan suara sesuai dengan sudut peletakkan plafon, untuk itu bentuk langit-langit atau plafon dapat digunakan untuk mendistribusikan suara secara merata di seluruh ruangan. Untuk menentukan ketinggian langit-langit pada umumnya ketinggian langit memiliki rasio  $1/3$  sampai  $2/3$  dari lebar ruangan.



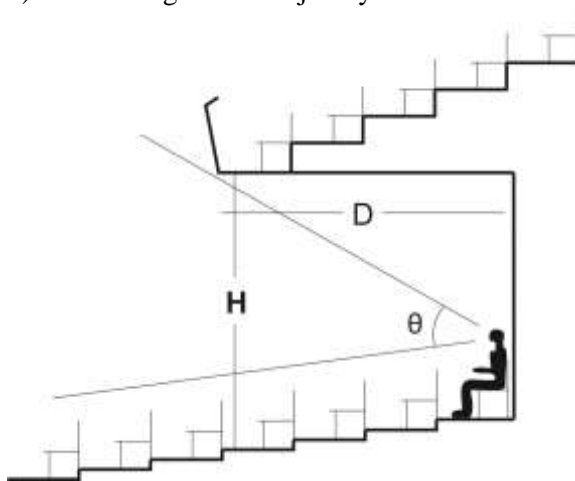
**Gambar 2. 3** Sifat bunyi yang mengenai bidang bercelah  
(Basuki, 2017)





**Gambar 2. 4** Pemantulan pada bidang batas (bentuk atap)  
(Basuki, 2017)

Sedangkan balkon pada umumnya tidak diperkenankan mengganggu pandangan dan penerimaan suara oleh pendengar. Proporsi balkon seperti tampak pada gambar 3, sudut vertikal pandang  $\theta$  harus lebih besar dari  $30^\circ$ . Kedalaman ruang dibawah balkon (D) tidak boleh melebihi dua kali tinggi ruang di bawah balkon (H) untuk menghindari terjadinya *echo*.



**Gambar 2. 5** Contoh bentuk balkon (Basuki, 2017)

### 2.3 Akustik dalam Auditorium

Dengan pertunjukan musik atau lisan di auditorium dan ruang konser, evaluasi akustik terutama didasarkan pada persepsi subjektif penonton dan pemain. Penilaian ini umumnya tidak didasarkan pada kriteria yang ditentukan, tetapi ciri tonal sensed persepsi. Selain itu faktor sekunder yang mempengaruhi kesan akustik keseluruhan seperti, misalnya, kenyamanan kursi; AC; tingkat interferensi; dan optik, arsitektural, dan stilistik kesan, terutama harapan dari pendengar yang memainkan peran penting untuk akustik evaluasi. Jika seorang pendengar dalam konser klasik sedang duduk di sebelah instrumen woodwind tetapi mendengar kuingan instrumen lebih keras, meskipun dia tidak bisa melihat mereka, harapannya sebagai pendengar, dan dengan demikian akustiknya tidak aktif. Banyak subjektif dan obyektif kriteria ruang-akustik didefinisikan dan korelasi mereka ditentukan untuk merealisasikan penilaian ini. Namun, kriteria individu ini terkait erat satu sama lain dan efek akustik mereka tidak bisa dipertukarkan atau diubah secara individual. Mereka menjadi efektif untuk penilaian hanya dalam totalitas tertimbang mereka. Itu penilaian dari para pemain, di sisi lain, bisa dianggap sebagai semacam evaluasi tempat kerja.



**Gambar 2. 6** Ruang auditorium

## 2.4 Penempatan Sistem Audio dalam Ruang

Sistem Audio merupakan susunan komponen yang berfungsi untuk menangkap dan menguatkan suara dalam ruang untuk kemudian diteruskan ke tempat lain atau direkam untuk keperluan kemudian. Sedangkan *sound reinforcement*, merupakan sistem yang digunakan untuk membuat suara lebih keras dan menyalurkannya kepada pendengar. Sistem penguat suara dibutuhkan agar suara yang disampaikan pembicara dapat terdengar dengan baik oleh pendengar yang ada dalam lingkungan tertentu. Tidak semua kondisi dalam ruangan tertutup membutuhkan sistem penguat suara.

Penempatan speaker menjadi penting untuk diperhatikan guna memperoleh pemerataan suara dalam ruang. Dalam peletakan speaker pada langit-langit perlu memperhatikan tinggi rendahnya langit-langit. Ruangan dengan langit-langit lebih rendah membutuhkan lebih banyak pasangan speaker, begitu pula sebaliknya, untuk langit-langit yang lebih tinggi membutuhkan lebih sedikit speakernya. Oleh karena sapuan suara dengan posisi yang tinggi semakin luas.

Dalam pemasangan *speaker* pada atap atau langit-langit, terdapat dua hal yang perlu diperhatikan yaitu jarak antar speaker (*speaker spacing*) dan pola penempatan *speaker*, bujur sangkar atau heksagonal. Sedangkan dalam pemasangan speaker pada dinding penting untuk memperhatikan area cakupan speaker dan jarak antar speaker serta ketinggian penempatan speaker.

Penempatan *loudspeaker* dapat dilakukan dengan beberapa tipe, diantaranya adalah (Ballou, 2008):

- a. Terpusat, posisi *speaker* sama dengan sumber bunyi asli memberi kesan terasa alami (terutama untuk pidato).
- b. Tersebar, tipe ini digunakan untuk aktivitas yang mememintangkan kejelasan suara dibanding arah bunyi. Seperti bandar udara, speaker diletakkan pada kolom secara merata.
- c. Terpadu dengan kursi (seat-integrated), peletakan *speaker* secara terpadu di belakang kursi. Tipe ini

bertujuan agar bunyi pelan dapat didengar secara jelas, dan pada umumnya diterapkan di gereja.

- d. Kombinasi, yakni kombinasi dari beberapa tipe, seperti tipe terpusat dengan tipe tersebar.

Pemilihan jenis *speaker* menjadi penting untuk dapat memperoleh nilai kejelasan dan mencapai fungsi ruang dengan baik. Pemilihan *speaker* harus menyesuaikan kondisi ruang. Ruang yang terlalu tinggi tidak cocok menggunakan speaker atap, atau ruang yang luas tanpa kolom akan sulit jika dipasang speaker tipe wall-mount.

$$\frac{I}{I_{ref}} = \frac{p^2}{p_{ref}^2} \quad (2.3)$$

$$10 \log \frac{p^2}{p_{ref}^2} = 10 \log \frac{I}{I_{ref}} \quad (2.4)$$

Selain itu, kriteria atau spesifikasi dalam speaker juga penting untuk diperhatikan. Ada spesifikasi penting dari speaker yang perlu diperhatikan, yaitu respon frekuensi dan sensitivitas. Frekuensi respon menunjukkan rentang kerja dari sebuah speaker pada rentang frekuensi dengar manusia (20 Hz s.d 20.000 Hz). Dalam frekuensi respon ini, dapat dilihat keluaran speaker berbanding dengan frekuensi. Speaker yang baik memiliki respon frekuensi yang datar atau diindikasikan dengan deviasi yang kecil ( $\pm 3\text{dB}$ ).

Sedangkan sensitivitas menunjukkan efisiensi dari speaker. Menunjukkan seberapa keras suara akan dibangkitkan dari speaker dengan daya masukan standard (1 W) dan diukur dari jarak 1 meter. Sensitivitas memiliki satuan decibel (dB). Semakin tinggi nilai sensitivitas ini semakin efisien. Nilai speaker biasanya berada pada pertengahan 80-an dB, namun akan lebih baik jika bernilai 90dB (cedia.org).

Tingkat tekanan bunyi yang terukur dari sebuah sumber bunyi bergantung pada daya masukan sumber tersebut dan jarak pengukuran dari sumber bunyi. Hubungan jarak dengan besar

tekanan bunyi yang terukur dapat dilihat pada Gambar 2.5. Secara matematis dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$SPL = 20 \log D \quad (2.7)$$

Dimana,

$SPL$  = *Sound Pressure Level* pada jarak  $D$

$D$  = Jarak dari sumber suara

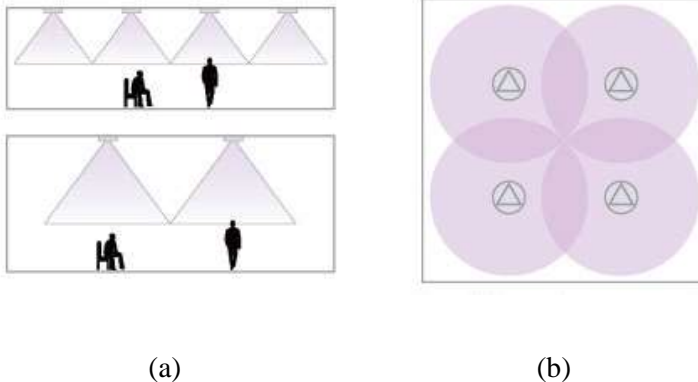
Hubungan daya dengan besar tekanan bunyi yang dikeluarkan speaker dapat dilihat pada Gambar 2.6. Secara matematis dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$SPL = 10 \log \left( \frac{P_1}{P_0} \right) \quad (2.9)$$

$SPL$  = *Sound Pressure Level* untuk  $P_1$

$P_1$  = Daya yang diberikan pada speaker

$P_0$  = Daya Referensi (1 Watt)



**Gambar 2. 7** Sistem tata suara langit-langit; (a) tampak samping, (b) tampak atas (Audio, n.d.)

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

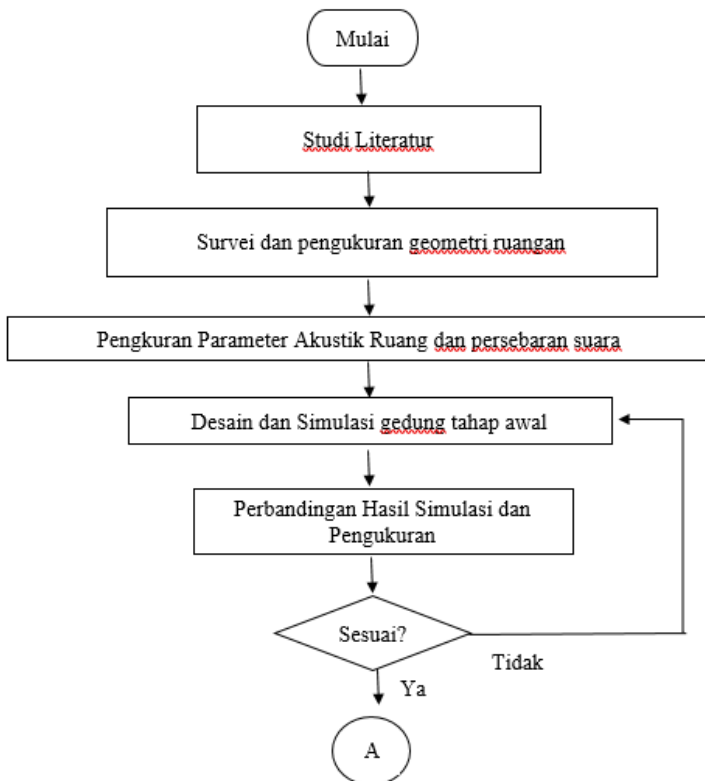
## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

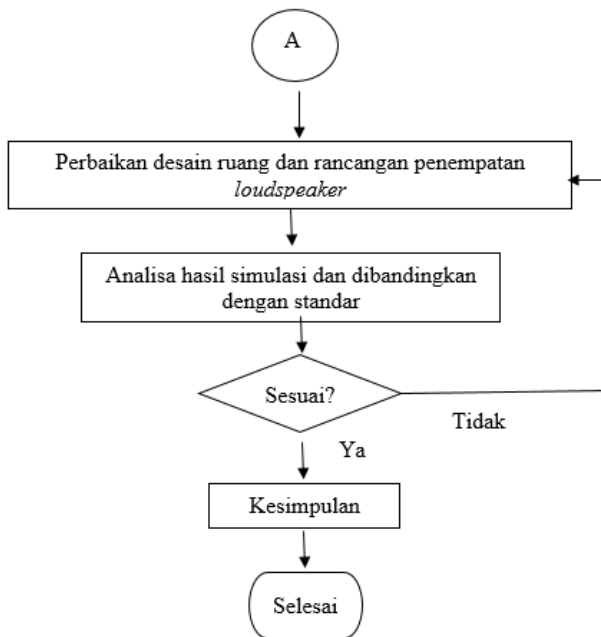
Metode dalam perbaikan akustik ruang dan tata suara di gedung Graha Patria Kota Blitar ini terdiri dari beberapa tahapan. Secara umum tahapan penelitian ini dijelaskan seperti dibawah ini.

#### **3.1 Alur Penelitian**

Tahapan penelitian digambarkan dalam sebuah diagram alir sebagaimana tertera pada gambar dibawah ini :



**Gambar 3. 1** Diagram alir penelitian (bersambung)



**Gambar 3. 1** Diagram alir penelitian (lanjutan)

Penelitian ini diawali dengan melakukan tinjauan lokasi (survei lapangan) untuk melihat kondisi gedung. Dalam peninjauan ini dilakukan pengukuran geometri setiap bagian gedung yang meliputi ukuran ruang (panjang, tinggi, lebar), ukuran jendela, pintu, tiang. Selain itu juga dilakukan pendataan bahan-bahan yang digunakan pada permukaan bangunan dalam masjid tersebut. Data ini diperlukan untuk melakukan desain pada perangkat lunak komputer.

Setelah tahap peninjauan dilakukan desain dengan perangkat lunak EASE 4.3 yang selanjutnya desain ini dilakukan simulasi untuk mengetahui kondisi ruang. Dilakukan simulasi pemasangan loudspeaker sebagai dasar rekomendasi pemasangan yang sesuai baik jenis maupun posisi loudspeaker. Tahapan lain



yang telah dilakukan adalah pengukuran parameter akustik. Dalam hal ini digunakan metode impuls untuk mengetahui respon ruangan dalam nilai RT60. Nilai ini adalah acuan desain ruang yang disimulasikan dalam EASE 4.3 sekaligus sebagai bentuk evaluasi kondisi ruang gedung. Nilai RT60 pada simulasi dirancang (dengan penentuan material) sama dengan kondisi nyata, kemudian diperbaiki untuk mencapai nilai kualitas akustik yang optimal sehingga dalam simulasi penempatan dan pemilihan loudspeaker sesuai dengan yang diharapkan.

### **3.2 Survei dan Pengukuran Awal**

Perancangan awal dilakukan setelah melakukan survei. Selain itu, survei diperlukan untuk melakukan perencanaan pengambilan data parameter akustik yang akan dijelaskan berikutnya. Hasil survei dan pengukuran awal ini adalah ukuran gedung beserta bahan yang digunakan dalam gedung tersebut. Bahan permukaan bangunan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.



**Gambar 3. 2** Gedung Graha Patria Kota Blitar tampak dari luar

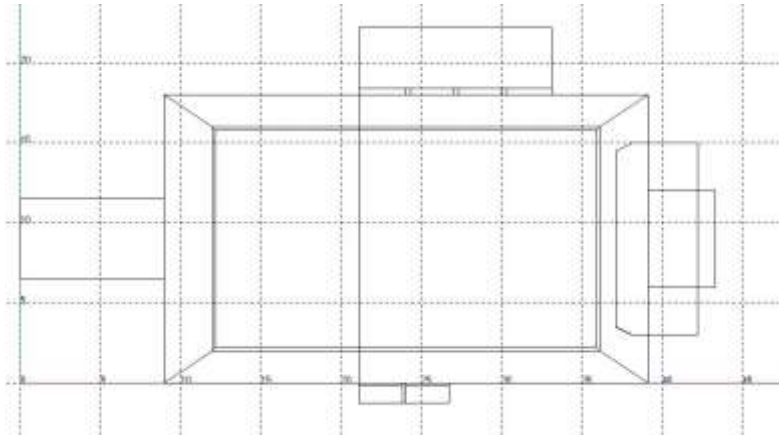
**Tabel 3. 1** Daftar Bahan Bangunan pada Gedung Graha Patria

No.	Permukaan Luas	Permukaan (m <sup>2</sup> )
1	Plafon ( <i>Gypsum</i> )	706.33
2	Lantai Keramik	687.94
3	Dinding Bata	574.46
4	Dinding triplek	48.4
5	Dinding Hardboard	95.52
7	Jendela	35.23
8	Kusen	21.84
9	Pintu	19.6

### 3.3 Desain dan Simulasi Gedung Tahap Awal

Perancangan masjid dalam tahap ini melalui langkah-langkah berikut :

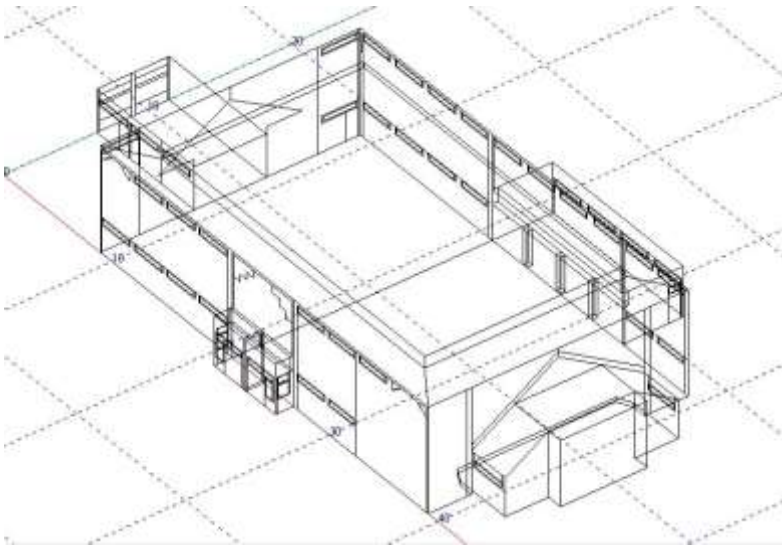
- Desain Gedung dengan program EASE 4.3



**Gambar 3. 3** Design gedung Graha Patria dengan software EASE4.3 tampak atas

Kondisi gedung Graha Patria digambarkan ulang dengan menggunakan perangkat lunak EASE 4.3. Dalam perangkat ini, ditentukan pula bagian dari gedung yang berupa pintu, dinding,

atap, jendela, lantai dan lain sebagainya . Dalam desain ini, satuan yang digunakan adalah satuan nyata seperti kondisi nyata, dalam arti bukan dalam bentuk skala.



**Gambar 3. 4** Design gedung Graha Patria dengan software EASE4.3 tampak samping (3D)

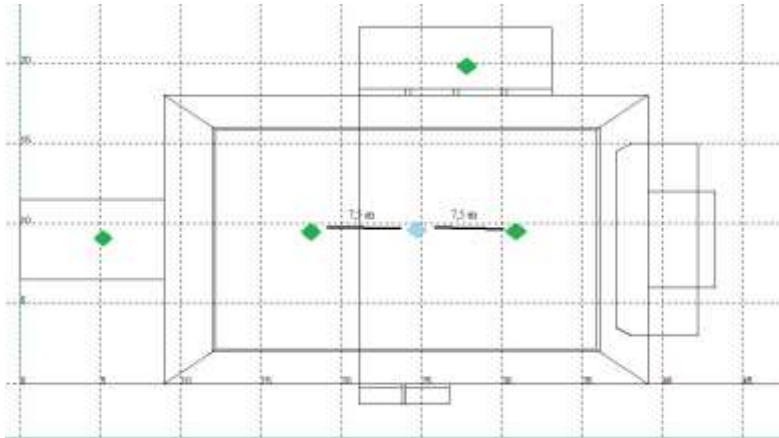
b. Simulasi awal dengan program EASE 4.3

Setelah dilakukan proses desain dengan EASE 4.3. Bahan untuk setiap bagian yang telah dipilih disesuaikan dengan bahan yang telah dibuat dan atau tersedia pada program EASE berdasarkan data koefisien absorpsi bahan tersebut.

Tujuan simulasi ini adalah untuk menyamakan kondisi lapangan (hasil pengukuran) dengan kondisi simulasi. Waktu dengung simulasi harus samadengan hasil pengukuran. Nilai hasil simulasi yang sama dengan hasil pengukuran adalah dasar perbaikan ruang. Dalam hal ini nilai RT60 (1000Hz) yang harus dicapai dalam simulasi adalah 6 detik (hasil pengukuran).

### 3.4 Pengukuran Parameter Akustik

Dalam penelitian ini, data yang diperlukan adalah data parameter akustik ruang gedung Graha Patria yang berupa RT60. Pengambilan data dilakukan pada sore sampai malam hari, pukul 15.00 s.d 19.00, waktu ini menyesuaikan dengan kegiatan gedung dan petugas penjaga gedung.



**Gambar 3. 5** Denah pengukuran parameter akustik ruang pada gedung Graha Patria

Keterangan :



: Posisi Pengukuran di lantai 1



: Posisi Sumber

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan sumber letusan petasan. Suara direkam dengan menggunakan SLM ( Sound Level Meter) yang telah terkalibrasi dan terhubung dengan laptop dengan perangkat lunak Realtime Analyzer dari Yoshimasa.inc. SLM diletakkan pada tripod pada ketinggian 1,2 m diatas lantai sedangkan sumber bunyi diletuskan pada ketinggian 1,5 m diatas lantai pada posisi pengukuran sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.5.

Pengambilan data dilakukan pada dua titik yang ditentukan sebagai perwakilan setiap bagian gedung. Masing-masing posisi pengukuran adalah di bagian depan dan belakang gedung. Pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap posisi pengukuran.

Data yang diperoleh dari pengukuran ini selanjutnya diolah dengan menggunakan program microsoft excel untuk menghitung nilai waktu dengung (RT60) dengan mengambil data pada frekuensi 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz dan 2000 Hz sesuai dengan standar yang digunakan dalam pengambilan data waktu dengung dari ISO 3382-1997.

### **3.5 Perbandingan RT60 Hasil Simulasi dan Pengukuran**

Sebelum dilakukan perbandingan hasil simulasi tahap awal dan hasil pengukuran, dilakukan perhitungan data hasil pengukuran. Pengukuran yang dilakukan pada empat titik dengan tiga kali pengukuran setiap titik, menghasilkan 24 data pengukuran dalam bentuk tingkat tekanan bunyi berdasarkan frekuensi. Data yang diolah adalah data pada frekuensi 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz dan 2000 Hz.

#### **3.5.1 Perhitungan Nilai RT60**

Proses pengolahan data yang dilakukan melalui beberapa tahap berikut :

##### **a. Perhitungan RT30**

Berdasarkan data ini, dilakukan perhitungan RT30, yaitu peluruhan -5dB dari Tingkat tekanan Bunyi tertinggi sampai 35dB. Peluruhan yang terjadi dari -5dB sampai dengan -35 dB digambarkan dalam bentuk grafik untuk kemudian diketahui persamaan garis lurus nya. Berdasarkan persamaan garis lurus peluruhan ini, dihitunglah nilai RT60 yang merupakan peluruhan 60dB dari tingkat tekanan bunyi maksimum, untuk setiap posisi.

##### **b. Perhitungan RT60**

Nilai RT60 yang diperoleh dari setiap frekuensi (500 Hz dan 1000 Hz) dirata-rata untuk setiap titik pengukuran. Hasil Rata –

rata setiap frekuensi 500 Hz pada setiap titik pengukuran ini dirata-rata dengan nilai RT60 1000 Hz. Hasil akhir yang merupakan nilai waktu dengung dari ruangan masjid ditentukan oleh rata-rata dari semua posisi pengukuran. Nilai ini menjadi dasar untuk melakukan simulasi ruang masjid menggunakan perangkat EASE 4.3. Dimana acuan simulasi tahap awal gedung harus mendapatkan nilai yang sama dengan hasil pengukuran. Dengan nilai RT60 (1000 Hz) pengukuran (6,22 detik) yang sangat lebih besar dari rekomendasi (1,2 detik), maka nilai ini menjadi dasar untuk dilakukan perbaikan dengan basis simulasi dengan besaran perbaikan mengacu pada luasan serap yang dibutuhkan untuk mencapai RT60 sebesar 1,2 detik.

### **3.5.2 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Simulasi**

Perbandingan ini dimaksudkan agar simulasi tahap awal yang telah dijelaskan pada bagian 3.3 memiliki nilai yang sama dengan nilai RT60 hasil pengukuran, yaitu 6,02 detik. Hal ini dilakukan untuk memperoleh desain acuan kondisi nyata sebelum dilakukan perbaikan ruang. Ketika belum diperoleh nilai RT60 simulasi yang sama dengan hasil pengukuran, maka dilakukan perubahan material dari permukaan dalam gedung (simulasi). Karena bisa jadi pemilihan material yang dilakukan sebelumnya kurang tepat dengan kondisi nyata.

### **3.6 Perbaikan Akustik Ruang Gedung**

Perbaikan ruang akustik ini ditujukan untuk mencapai nilai waktu dengung sebesar 1,2 detik untuk ruang gedung dengan volume 10000 m<sup>3</sup> (Kayili, 2005).

Perbaikan dilakukan dengan menghitung selisih luasan serap ( $\Sigma \alpha.S$ ) untuk waktu dengung hasil pengukuran dengan luasan serap untuk waktu dengung yang diharapkan (1,2 detik). Selisih ini menjadi dasar pemilihan material yang ditambahkan dalam ruang dengan luasan tertentu, untuk mencapai nilai luasan serapan yang diharapkan.

Dengan melakukan perhitungan sederhana berdasar pada persamaan (3.1), akan diketahui selisih luasan serap ( $\alpha.S$ ) yang

diperlukan untuk menurunkan waktu dengung. Selanjutnya ditentukan material yang dapat menutup kekurangan (selisih) tersebut. Material yang telah dipilih untuk ditambah/kurangkan dari ruangan selanjutnya disimulasikan dengan program EASE (dengan desain hasil perbandingan pengukuran dan simulasi) untuk mengetahui nilai waktu dengungnya dalam simulasi. Desain ruang perbaikan ini menjadi desain acuan untuk melakukan perancangan pemasangan *speaker*. Oleh karena kondisi ruang sudah baik, maka pemilihan dan penempatan speaker lebih mudah. Dengan perbaikan ini diperoleh nilai RT60 sebesar 1.1 detik.

### **3.7 Pemilihan *Speaker* dan Simulasi Pemasangan *Speaker***

Simulasi pada tahap ini dilakukan untuk melakukan perancangan pemasangan pengeras suara dalam gedung Graha Patria. Simulasi dilakukan dalam kondisi ruang yang telah diperbaiki (nilai RT60 sesuai dengan rekomendasi untuk ruang gedung, yaitu 1,2 detik) dengan variasi berupa orang sebagai pengisi gedung dan bagian yang diperbaiki. Kondisi dalam gedung divariasikan dengan terisi penuh dan setengah penuh, serta perubahan pada bagian kanan, kiri, depan, belakang, kanan-kiri, depan-belakang dan semua berubah.

#### **3.7.1 Ketentuan Umum Simulasi Pemasangan *Speaker***

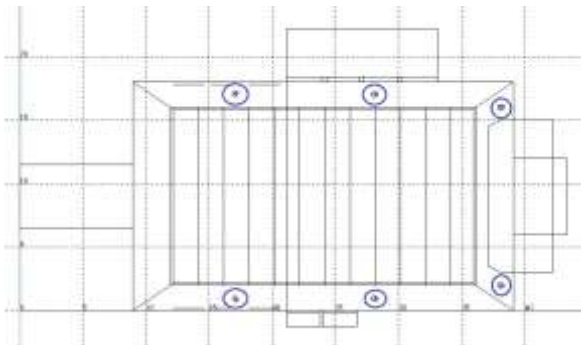
Perangkat speaker ditambahkan dengan variasi jenis dan penempatannya untuk mengetahui perbandingan jenis pengeras suara dengan melihat hasil nilai kejelasan percakapan (*Speech Intelligibility*) seperti tabel 3.2. Parameter *Speech Intelligibility* (SI) yang digunakan adalah STI (*Speech Transmission Index*) dan % Alcons (*Articulation Loss*). Nilai STI yang diharapkan adalah  $>0,6$  sedangkan untuk Alcons  $\leq 8\%$ , dimana nilai ini masuk dalam kategori *Good to Excellent* (Ideal).

**Tabel 3. 2** Variasi Pemasangan *Speaker* TOA (Electronic, 2018)

Tinggi diatas pendengar (ft)	Sudut angguk (derajat)	Jarak cakupan(ft)	Jarak antar speaker(ft)
2	10	11	19
3	10	17	29
4	10	23	39
5	10	28	48
4	20	11	20
5	20	14	25
6	20	16	29
8	20	22	39
10	20	27	49
8	30	14	27
10	30	17	34
12	30	21	40

### 3.7.2 Simulasi Pemasangan *Speaker*

Simulasi pemasangan *speaker* terdiri dari 6 buah *speaker* yang di pasang pada desain EASE. Pemasangan terdiri dari 3 bagian yaitu bagian depan 2 buah *speaker*, tengah 2 buah *speaker* dan belakang 2 buah *speaker*. Disini yang divariasikan adalah speaker bagian tengah dan belakang.

**Gambar 3. 6** Denah simulasi pemasangan *speaker*



## BAB IV HASIL SIMULASI DAN PENGUKURAN

### 4.1 Hasil Pengukuran Parameter Akustik

Pengukuran parameter akustik yang telah dilakukan dengan menggunakan metode impuls, menghasilkan nilai parameter untuk mengetahui kondisi akustik ruang dari gedung Graha Patria Kota Blitar yang diketahui dari pengolahan data hasil pengukuran. Parameter tersebut adalah RT60.

#### 4.1.1 Hasil Pengukuran RT60

Nilai RT60 dihitung berdasarkan persamaan linier yang diperoleh dari grafik pengukuran RT30 (peluruhan -5dB sampai dengan -35dB dari tingkat tekanan bunyi tertinggi pada pengukuran sinyal impuls), untuk setiap frekuensi 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz dan 2000 Hz pada setiap posisi pengukuran.

**Tabel 4. 1** Hasil Pengukuran Waktu Dengung

Posisi Pengukuran	RT60 frekuensi (s)				RT60 rerata (s)
	250	500	1000	2000	
Bagian depan panggung	5,48	5,91	6	5,98	5,84
Bagian belakang ruangan	5,67	6,20	6,31	6,29	6,12
Bagian VIP room	6,16	6,22	6,33	6,34	6,26
					6,07

Nilai RT60 ruang gedung Graha Patria ditunjukkan dengan nilai rata-rata akhir RT60 , yaitu sebesar 6 detik. Nilai RT60 yang tinggi menunjukkan tingkat dengung yang tinggi pula, yang artinya terjadi banyak pantulan sebelum suara sampai pada pendengar atau dalam hal ini alat ukur. Hal ini dapat dipahami, karena bangunan gedung yang tinggi dan banyak menggunakan bahan yang keras. (tembok plaster yang

di cat, atap plasterboar yang dicat, lantai keramik, dan tiang beton) yang memiliki koefisien serap rendah.

#### 4.2 Simulasi Kondisi Eksisting Akustik Ruang

Berdasarkan data hasil Pengukuran RT60, diketahui bahwa nilainya adalah 6 detik. Untuk itu simulasi yang kita gunakan harus bisa sama dengan hasil pengukuran. Maka digunakan bahan dibawah ini untuk mencapai nilai yang sesuai dengan hasil pengukuran.

**Tabel 4. 2** Bahan-Bahan yang Digunakan pada Simulasi

No	Bagian Bangunan	Bahan
1	Tembok	Generic, brick, deep pointed
2	Kaca jendela	Generic, Glass, Window, double strength
3	Lantai	Generic, Floor, on concrete
4	Atap	Generic, Gypsum board, 9.5mm
5	Tembok (samping panggung)	Generic, Plywood, 0,375 inch
6	Pintu	Door Solid
7	Atap panggung	Generic, Hardboard

Dari bahan-bahan diatas, maka didapat nilai dari hasil simulasi adalah sebagai berikut:

**Tabel 4. 3** Hasil Simulasi RT60 Kondisi Eksisting

Frekuensi	RT60 (s)
250Hz	5,71
500Hz	6,13
1000Hz	6,22
2000Hz	6,2

Nilai RT60 gedung Graha Patria ini sangat lebih besar dari waktu dengung yang direkomendasikan untuk gedung dengan volume 10000 m<sup>3</sup> yaitu sebesar 1,2 detik. Sehingga perlu dilakukan perbaikan ruang untuk mendapatkan nilai yang sesuai dengan tingkat kejelasan dalam percakapan.

Perbaikan ruang dilakukan dengan simulasi dan perhitungan, dimana perhitungan yang dimaksud adalah terkait dengan penambahan bahan atau pengurangan bahan. Nilai yang dicari dan dihitung berdasarkan persamaan 3.1. Dimana diketahui RT60 yang diinginkan, yaitu 1,2 detik dan RT60 eksisting sebesar 6 detik. Perhitungan perbaikan akan dibahas dibagian berikutnya.

### 4.3 Perbaikan Kualitas Akustik Ruang

Berdasarkan data hasil pengukuran, diketahui bahwa ruangan gedung memiliki nilai waktu dengung diatas rekomendasi untuk ruang masjid dengan volume 10000 m<sup>3</sup>. Yang mana rekomendasi yang sesuai untuk ruang dengan volume tersebut adalah 1,2 detik.

Berikut ini perhitungan nilai luasan serap ( $\alpha \cdot T$ ) untuk setiap waktu dengung :

Waktu dengung saat existing:

$$RT60 = \frac{0,161 V}{(s \alpha)_1}$$

$$(s \alpha)_1 = \frac{0,161 V}{RT60} = 258,48 \text{ s}$$

Waktu dengung yang disarankan:

$$RT60 = \frac{0,161 V}{(s \alpha)_2}$$

$$(s \alpha)_2 = \frac{0,161 V}{RT60} = 1341,67 \text{ s}$$

RT60 eksisting yang senilai 6,22 detik, memiliki luas permukaan serap sebesar 1341,67 m<sup>2</sup> sabine. Sedangkan RT60 yang diinginkan adalah 1,9 detik, sehingga nilai luas serapan suaranya harus senilai 258,48 m<sup>2</sup> sabine. Sehingga

memerlukan luas permukaan serap sebesar 1083,19 m<sup>2</sup> sabine, untuk mengurangi nilai waktu dengung kondisi eksisting.

Luas serap yang harus dipenuhi adalah selisih luas serap yang di ingin kan dan luas serap eksisting  $(s. \alpha)_2 - (s. \alpha)_1$ . Untuk memenuhi hal tersebut dilakukan perhitungan dan simulasi dalam program EASE. Sehingga dihasilkan pilihan yang dapat dilakukan untuk memenuhi target waktu dengung yang direkomendasikan. Diantara pilihan tersebut adalah:

- a. Penggantian bahan pada atap dan bagian depan gedung



**Gambar 4. 1** Bagian depan gedung

Pada bagian depan gedung ada beberapa bagian yang di tambahkan bahan, antara lain sebagai berikut :

**Tabel 4. 4** Bagian Atap dan Depan Gedung yang Berubah Bahan

No	Nama Bagian	Bahan Awal	Bahan Tambahan
1	Atap	Gypsum	Plaster_20_1 0,25
2	Atap Panggung	Gypsum	Plaster_20_1
3	Dinding Panggung	Bata	Karpet
4	Dinding Samping dan Atas panggung	Triplek	Plaster_20_1

Setelah pergantian bahan, maka dihasilkan nilai *reverberation time* pada kondisi ruang berisi penuh, berisi setengah penuh dan kosong (tidak berisi). Hasil tersebut dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 4. 5** Waktu Dengung Setelah Penggantian Bahan Bagian Depan

Frekuensi (Hz)	RT60 (s)		
	Kosong	Setengah	Penuh
250	1,65	1,41	1,27
500	1,31	1,09	0,96
1000	1,4	1,11	0,95
2000	1,63	1,27	1,09

Dari hasil diatas, hasil yang telah memenuhi standar untuk gedung adalah saat gedung dalam kondisi penuh saja. Untuk kondisi setengah penuh dan kosong (tidak berisi) masih belum sesuai standar.

- b. Penggantian bahan pada atap dan bagian belakang gedung



**Gambar 4. 2** Bagian belakang gedung

Pada bagian depan gedung ada beberapa bagian yang di tambahkan bahan, antara lain sebagai berikut :

**Tabel 4. 6** Bagian Atap dan Belakang Gedung yang Berubah Bahan

No	Nama Bagian	Bahan Awal	Bahan Perbaikiakan
1	Atap	Gypsum	Plaster_20_1 0,25 dan perfed panel
2	Segitiga	Triplek	Plaster_20_1

Setelah pergantian bahan, maka dihasilkan nilai *reverberation time* pada kondisi ruang berisi penuh, berisi setengah penuh dan kosong (tidak berisi). Hasil tersebut dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 4. 7** Waktu Dengung Setelah Penggantian Bahan Bagian Belakang

Frekuensi (Hz)	RT60 (s)		
	Kosong	Setengah	Penuh
250	1,64	1,4	1,26
500	1,47	1,21	1,06
1000	1,67	1,3	1,1
2000	2,03	1,54	1,29

Dari hasil diatas, hasil yang telah memenuhi standar untuk gedung adalah saat gedung dalam kondisi penuh saja. Untuk kondisi setengah penuh dan kosong (tidak berisi) masih belum sesuai standar.

c. Penggantian bahan pada atap dan bagian kanan gedung



**Gambar 4. 3** Bagian kanan gedung

Pada bagian depan gedung ada beberapa bagian yang di tambahkan bahan, antara lain sebagai berikut :

**Tabel 4. 8** Bagian Atap dan Kanan Gedung yang Berubah Bahan

No	Nama Bagian	Bahan Awal	Bahan Perbaikiakan
1	Atap	Gypsum	Plaster_20_1 0,25 dan perfed panel
2	Tembok	Bata	Plaster_20_1 dan Hardboard

Setelah pergantian bahan, maka dihasilkan nilai *reverberation time* pada kondisi ruang berisi penuh, berisi setengah penuh dan kosong (tidak berisi). Hasil tersebut dapat dilihat pada table berikut :



**Tabel 4. 9** Waktu Dengung Setelah Penggantian Bahan Bagian Kanan

Frekuensi (Hz)	RT60 (s)		
	Kosong	Setengah	Penuh
250	1,53	1,31	1,19
500	1,28	1,06	0,94
1000	1,38	1,09	0,94
2000	1,61	1,26	1,08

Dari hasil diatas, hasil yang telah memenuhi standar untuk gedung adalah saat gedung dalam kondisi penuh saja. Untuk kondisi setengah penuh dan kosong (tidak berisi) masih belum sesuai standar.

d. Penggantian bahan pada atap dan bagian kiri gedung



**Gambar 4. 4** Bagian kiri gedung

Pada bagian depan gedung ada beberapa bagian yang di tambahkan bahan, antara lain sebagai berikut :

**Tabel 4. 10** Bagian Atap dan Kiri Gedung yang Berubah Bahan

No	Nama Bagian	Bahan Awal	Bahan Perbaikiakan
1	Atap	Gypsum	Plaster_20_1 0,25 dan perfed panel
2	Tembok	Bata	Plaster_20_1 dan Hardboard

Setelah pergantian bahan, maka dihasilkan nilai *reverberation time* pada kondisi ruang berisi penuh, berisi setengah penuh dan kosong (tidak berisi). Hasil tersebut dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 4. 11** Waktu Dengung Setelah Penggantian Bahan Bagian Kiri

Frekuensi (Hz)	RT60 (s)		
	Kosong	Setengah	Penuh
250	1,55	1,33	1,2
500	1,4	1,15	1,02
1000	1,59	1,24	1,06
2000	1,94	1,48	1,25

Dari hasil diatas, hasil yang telah memenuhi standar untuk gedung adalah saat gedung dalam kondisi penuh saja. Untuk kondisi setengah penuh dan kosong (tidak berisi) masih belum sesuai standar.

- e. Penggantian bahan pada atap dan bagian depan-belakang gedung



(a)



(b)

**Gambar 4. 5** Gedung tampak dalam (a) bagian depan gedung, (b) bagian belakang gedung

Pada bagian depan gedung ada beberapa bagian yang di tambahkan bahan, antara lain sebagai berikut :

**Tabel 4. 12** Bagian Atap dan Depan-Belakang Gedung yang Berubah Bahan

No	Nama Bagian	Bahan Awal	Bahan Perbaiki
1	Atap	Gypsum	Plaster_20_1_0,25 dan Perfed panel
2	Atap Panggung	Gypsum	Plaster_20_1
3	Dinding Panggung	Bata	Karpet
4	Dinding Kanan kiri panggung	Hardboard	Plaster_20_1
5	Dinding Atas Panggung	Triplek	Plaster
6	Segitiga	Triplek	Plaster_20_1

Setelah pergantian bahan, maka dihasilkan nilai *reverberation time* pada kondisi ruang berisi penuh, berisi

setengah penuh dan kosong (tidak berisi). Hasil tersebut dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 4. 13** Waktu Dengung Setelah Penggantian Bahan Bagian Depan-Belakang

Frekuensi (Hz)	RT60 (s)		
	Kosong (s)	Setengah (s)	Penuh (s)
250	1,57	1,35	1,22
500	1,27	1,05	0,93
1000	1,35	1,08	0,93
2000	1,57	1,24	1,06

Dari hasil diatas, hasil yang telah memenuhi standar untuk gedung adalah saat gedung dalam kondisi penuh dan setengah penuh. Untuk kondisi kosong (tidak berisi) masih belum sesuai standar.

- f. Penggantian bahan pada atap dan bagian kanan-kiri gedung



(a)



(b)

**Gambar 4. 6** Gedung tampak dalam (a) bagian kanan gedung, (b) bagian kiri gedung

Pada bagian depan gedung ada beberapa bagian yang di tambahkan bahan, antara lain sebagai berikut :

**Tabel 4. 14** Bagian Atap dan Kiri-Kanan Gedung yang Berubah Bahan

No	Nama Bagian	Bahan Awal	Bahan Perbaikiakan
1	Atap	Gypsum	Plaster_20_1 0,25 dan perfed panel
2	Tembok	Bata	Plaster_20_1 dan Hardboard

Setelah pergantian bahan, maka dihasilkan nilai *reverberation time* pada kondisi ruang berisi penuh, berisi setengah penuh dan kosong (tidak berisi). Hasil tersebut dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 4. 15** Waktu Dengung Setelah Penggantian Bahan Bagian Kiri-Kanan

Frekuensi (Hz)	RT60 (s)		
	Kosong (s)	Setengah (s)	Penuh (s)
250	1,41	1,22	1,1
500	1,17	0,98	0,87
1000	1,26	1,01	0,87
2000	1,48	1,17	1

Dari hasil diatas, hasil yang telah memenuhi standar untuk gedung adalah saat gedung dalam kondisi penuh dan setengah penuh. Untuk kondisi kosong (tidak berisi) masih belum sesuai standar.

g. Penggantian bahan pada seluruh bagian gedung

Pada bagian depan gedung ada beberapa bagian yang di tambahkan bahan, antara lain sebagai berikut :

**Tabel 4. 16** Semua Bagian Gedung yang Berubah Bahan

No	Nama Bagian	Bahan Awal	Bahan Perbaiki
1	Atap	Gypsum	Plaster_20_1_0,2 5 dan Perfed panel
2	Atap Panggung	Gypsum	Plaster_20_1
3	Dinding Panggung	Bata	Karpet
4	Dinding Kanan kiri panggung	Hardboard	Plaster_20_1
5	Dinding Atas Panggung	Triplek	Plaster
6	Segitiga	Triplek	Plaster_20_1
7	Tembok	Bata	Plaster_20_1 dan Hardboard

Setelah pergantian bahan, maka dihasilkan nilai *reverberation time* pada kondisi ruang berisi penuh, berisi setengah penuh dan kosong (tidak berisi). Hasil tersebut dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 4. 17** Waktu Dengung Setelah Penggantian Bahan Semua Bagian

Frekuensi (Hz)	RT60 (s)		
	Kosong	Setengah	Penuh
250	1,28	1,11	1,01
500	0,99	0,84	0,75
1000	1,02	0,83	0,72
2000	1,16	0,94	0,81

Dari hasil diatas, hasil yang telah memenuhi standar untuk gedung adalah semua kondisi. Dengan kondisi apapun gedung sudah sesuai dengan standar.

#### 4.4 Simulasi Parameter Akustik dengan Pemasangan *Speaker*

Pemasangan *speaker* dalam gedung dimaksudkan untuk memastikan suara narasumber atau informasi yang ditujukan untuk para pendengar dapat terdengar dengan jelas dan merata. Simulasi dilaksanakan sebagaimana dijelaskan pada BAB III, yaitu dengan melakukan beberapa variasi simulasi. Setiap hasil simulasi dijelaskan berikut ini.

##### 4.3.1 Simulasi dengan variasi sudut horizontal pada *speaker* tengah

###### a. Sudut 240 derajat atau -60 derajat

Berdasarkan diagram dan pemetaan, dapat diketahui bahwa nilai *Alcons* untuk simulasi ini baik. Dibuktikan dengan nilai rata-rata dan persentase %*Alcons*. Nilai rata-rata 4,12% serta persentase untuk keadaan baik 83%, hal ini menunjukkan nilai %*Alcons* masuk dalam kategori baik. Terdapat beberapa bagian yang berada pada kategori ideal, yaitu dengan nilai sebesar 17 % . Dan tidak ada keadaan dalam kondisi buruk.

**Tabel 4. 18** Distribusi Parameter Akustik pada Variasi *Speaker* Tengah dengan Sudut Horizontal -60 Derajat / 240 Derajat

Kondisi	<i>Alcons</i> (%)	STI (%)	C50 (%)
Excellent	17	5	9
Good	83	90	77
Poor	0	5	14

Sedangkan untuk nilai STI memiliki rata-rata sebesar 0,693 dan persentase kondisi baik sebesar 90% serta hanya 5% yang berada pada kondisi ideal (excellent). Hal ini menjadikan gedung masuk dalam kategori baik. Serta, dalam penggunaan *speaker* pada sudut ini hanya 5% nilai dibawah nilai baik (sedang).

Selanjutnya, untuk nilai C50 memiliki nilai rata-rata dalam kategori baik. Dibuktikan dengan nilai rata-rata 3.38 dB dan nilai persentase untuk kondisi baik 77%. Tetapi ada beberapa bagian yang masuk dalam kategori kurang (14%). Namun ada juga beberapa bagian yang masuk kategori excellent (9%).

b. Sudut 250 derajat atau -70 derajat

Berdasarkan diagram dan pemetaan, dapat diketahui bahwa nilai *Alcons* untuk simulasi ini lebih baik daripada sudut 240 derajat atau -60 derajat. Dibuktikan dengan nilai rata-rata dan persentase %*Alcons*. Nilai rata-rata 4,11% serta persentase untuk keadaan baik 82%, hal ini menunjukkan nilai %*Alcons* masuk dalam kategori baik. Terdapat beberapa bagian yang berada pada kategori ideal, yaitu dengan nilai sebesar 18 %. Dan tidak ada keadaan dalam kondisi buruk.

**Tabel 4. 19** Distribusi Parameter Akustik pada Variasi  
*Speaker* Tengah dengan Sudut Horizontal -70  
Derajat / 250 Derajat

Kondisi	<i>Alcons</i> (%)	STI (%)	C50 (%)
Excellent	18	5	10
Good	82	90	78
Poor	0	5	12

Sedangkan untuk nilai STI memiliki rata-rata sebesar 0,693 dan persentase kondisi baik sebesar 90% serta hanya 5% yang berada pada kondisi ideal (excellent). Hal ini menjadikan gedung masuk dalam kategori baik. Serta, dalam penggunaan speaker pada sudut ini hanya 5% nilai dibawah nilai baik (sedang).

Selanjutnya, untuk nilai C50 memiliki nilai rata-rata dalam kategori baik dan lebih baik dari variasi 1. Dibuktikan dengan nilai 3.42 dB dan nilai persentase untuk kondisi baik 78%. Tetapi ada beberapa bagian yang masuk dalam kategori kurang



(12%). Namun ada juga beberapa bagian yang masuk kategori excellent (10%).

c. Sudut 260 derajat atau -80 derajat

Berdasarkan diagram dan pemetaan, dapat diketahui bahwa nilai *Alcons* untuk simulasi ini sama baiknya dengan sudut 240 derajat atau -60 derajat. Dibuktikan dengan nilai rata-rata dan persentase %*Alcons*. Nilai rata-rata 4,12% serta persentase untuk keadaan baik 83%, hal ini menunjukkan nilai %*Alcons* masuk dalam kategori baik. Terdapat beberapa bagian yang berada pada kategori ideal, yaitu dengan nilai sebesar 17 %. Dan tidak ada keadaan dalam kondisi buruk.

**Tabel 4. 20** Distribusi Parameter Akustik pada Variasi  
*Speaker* Tengah dengan Sudut Horizontal -80  
Derajat / 260 Derajat

Kondisi	<i>Alcons</i> (%)	STI (%)	C50 (%)
Excellent	17	5	10
Good	83	90	77
Poor	0	5	13

Sedangkan untuk nilai STI memiliki rata-rata sebesar 0,693 dan persentase kondisi baik sebesar 90% serta hanya 5% yang berada pada kondisi ideal (excellent). Hal ini menjadikan gedung masuk dalam kategori baik. Serta, dalam penggunaan speaker pada sudut ini hanya 5% nilai dibawah nilai baik (sedang).

Selanjutnya, untuk nilai C50 memiliki nilai rata-rata dalam kategori baik, namun masih lebih rendah dari variasi 2, tetapi lebih tinggi dari variasi 1. Dibuktikan dengan nilai 3.4 dB dan nilai persentase untuk kondisi baik 77%. Tetapi ada beberapa bagian yang masuk dalam kategori kurang (13%). Namun ada juga beberapa bagian yang masuk kategori excellent (10%).

d. Sudut 270 derajat atau -90 derajat

Berdasarkan diagram dan pemetaan, dapat diketahui bahwa nilai *Alcons* untuk simulasi ini sudah baik, namun nilainya terendah daripada 3 variasi diatas. Dibuktikan dengan nilai rata-rata %*Alcons*. Nilai rata-rata 4,14% serta persentase untuk keadaan baik 85%, hal ini menunjukkan nilai %*Alcons* masuk dalam kategori baik. Terdapat beberapa bagian yang berada pada kategori ideal, yaitu dengan nilai sebesar 15 %. Dan tidak ada keadaan dalam kondisi buruk.

**Tabel 4. 21** Distribusi Parameter Akustik pada Variasi  
*Speaker* Tengah dengan Sudut Horizontal -90  
Derajat / 270 Derajat

Kondisi	<i>Alcons</i> (%)	STI (%)	C50 (%)
Excellent	15	5	8
Good	85	89	77
Poor	0	6	15

Sedangkan untuk nilai STI memiliki rata-rata sebesar 0,692 dan persentase kondisi baik sebesar 89% serta hanya 5% yang berada pada kondisi ideal (excellent). Hal ini menjadikan gedung masuk dalam kategori baik. Serta, dalam penggunaan speaker pada sudut ini hanya 6% nilai dibawah nilai baik (sedang). Hasil ini memiliki nilai rata-rata yang lebih rendah dari 3 variasi yang lainnya.

Selanjutnya, untuk nilai C50 memiliki nilai rata-rata dalam kategori baik namun menjadi yang terendah dari pada 3 variasi diatas. Dibuktikan dengan nilai 3.36 dB dan nilai persentase untuk kondisi baik 77%. Tetapi ada beberapa bagian yang masuk dalam kategori kurang (15%). Namun ada juga beberapa bagian yang masuk kategori excellent (8%).

#### 4.3.2 Simulasi dengan variasi sudut horizontal pada *speaker* belakang

##### a. Sudut 200 derajat atau -20 derajat

Berdasarkan diagram dan pemetaan, dapat diketahui bahwa nilai *Alcons* untuk simulasi ini baik. Dibuktikan dengan nilai rata-rata dan persentase %*Alcons*. Nilai rata-rata 4,15% serta persentase untuk keadaan baik 86%, hal ini menunjukkan nilai %*Alcons* masuk dalam kategori baik. Terdapat beberapa bagian yang berada pada kategori ideal, yaitu dengan nilai sebesar 14 % . Dan tidak ada keadaan dalam kondisi buruk.

**Tabel 4. 22** Distribusi Parameter Akustik pada Variasi *Speaker* Belakang dengan Sudut Horizontal -20 Derajat / 200 Derajat

Kondisi	<i>Alcons</i> (%)	STI (%)	C50 (%)
Excellent	14	5	8
Good	86	89	75
Poor	0	6	17

Sedangkan untuk nilai STI memiliki rata-rata sebesar 0,692 dan persentase kondisi baik sebesar 89% serta hanya 5% yang berada pada kondisi ideal (excellent). Hal ini menjadikan gedung masuk dalam kategori baik. Serta, dalam penggunaan *speaker* pada sudut ini hanya 6% nilai dibawah nilai baik (sedang).

Selanjutnya, untuk nilai C50 memiliki nilai rata-rata dalam kategori baik. Dibuktikan dengan nilai 3.29 dB dan nilai persentase untuk kondisi baik 75%. Tetapi ada beberapa bagian yang masuk dalam kategori kurang (17%). Namun ada juga beberapa bagian yang masuk kategori excellent (8%).

##### b. Sudut 210 derajat atau -30 derajat

Berdasarkan diagram dan pemetaan, dapat diketahui bahwa nilai *Alcons* untuk simulasi ini lebih baik daripada variasi sudut 200 derajat atau -20 derajat. Dibuktikan dengan

nilai rata-rata dan persentase %*Alcons*. Nilai rata-rata 4,12% serta persentase untuk keadaan baik 83%, hal ini menunjukkan nilai %*Alcons* masuk dalam kategori baik. Terdapat beberapa bagian yang berada pada kategori ideal, yaitu dengan nilai sebesar 17 % . Dan tidak ada keadaan dalam kondisi buruk.

**Tabel 4. 23** Distribusi Parameter Akustik pada Variasi  
*Speaker* Belakang dengan Sudut Horizontal -03  
Derajat / 210 Derajat

Kondisi	<i>Alcons</i> (%)	STI (%)	C50 (%)
Excellent	17	5	8
Good	83	90	78
Poor	0	5	14

Sedangkan untuk nilai STI memiliki rata-rata sebesar 0,693 dan persentase kondisi baik sebesar 90% serta hanya 5% yang berada pada kondisi ideal (excellent). Hal ini menjadikan gedung masuk dalam kategori baik. Serta, dalam penggunaan speaker pada sudut ini hanya 5% nilai dibawah nilai baik (sedang).

Selanjutnya, untuk nilai C50 memiliki nilai rata-rata dalam kategori baik dan lebih baik dari variasi sudut 200 derajat atau -20 derajat. Dibuktikan dengan nilai 3.38 dB dan nilai persentase untuk kondisi baik 78%. Tetapi ada beberapa bagian yang masuk dalam kategori kurang (14%). Namun ada juga beberapa bagian yang masuk kategori excellent (8%).

c. Sudut 220 derajat atau -40 derajat

Berdasarkan diagram dan pemetaan, dapat diketahui bahwa nilai *Alcons* untuk simulasi ini lebih baik daripada 2 variasi diatas. Dibuktikan dengan nilai rata-rata dan persentase %*Alcons*. Nilai rata-rata 4,11% serta persentase untuk keadaan baik 82%, hal ini menunjukkan nilai %*Alcons* masuk dalam kategori baik. Terdapat beberapa bagian yang berada pada

kategori ideal,yaitu dengan nilai sebesar 18 % . Dan tidak ada keadaan dalam kondisi buruk.

**Tabel 4. 24** Distribusi Parameter Akustik pada Variasi  
*Speaker* Belakang dengan Sudut Horizontal -40  
Derajat / 220 Derajat

Kondisi	<i>Alcons</i> (%)	STI (%)	C50 (%)
Excellent	18	5	10
Good	82	90	78
Poor	0	5	12

Sedangkan untuk nilai STI memiliki rata-rata sebesar 0,693 dan persentase kondisi baik sebesar 90% serta hanya 5% yang berada pada kondisi ideal (excellent). Hal ini menjadikan gedung masuk dalam kategori baik. Serta, dalam penggunaan speaker pada sudut ini hanya 5% nilai dibawah nilai baik (sedang).

Selanjutnya,untuk nilai C50 memiliki nilai rata-rata dalam kategori baik dan lebih baik dari 2 variasi diatas. Dibuktikan dengan nilai 3.42 dB dan nilai persentase untuk kondisi baik 78%. Tetapi ada beberapa bagian yang masuk dalam kategori kurang (12%). Namun ada juga beberapa bagian yang masuk kategori excellent (10%).

d. Sudut 230 derajat atau -50 derajat

Berdasarkan diagram dan pemetaan, dapat diketahui bahwa nilai *Alcons* untuk simulasi ini sama baiknya dengan variasi 220 derajat atau -40 derajat. Dibuktikan dengan nilai rata-rata dan persentase %*Alcons*. Nilai rata-rata 4,11% serta persentase untuk keadaan baik 82%, hal ini menunjukkan nilai %*Alcons* masuk dalam kategori baik. Terdapat beberapa bagian yang berada pada kategori ideal,yaitu dengan nilai sebesar 18 % . Dan tidak ada keadaan dalam kondisi buruk.

**Tabel 4. 25** Distribusi Parameter Akustik pada Variasi  
*Speaker* Belakang dengan Sudut Horizontal -50  
 Derajat / 230 Derajat

Kondisi	<i>Alcons</i> (%)	STI (%)	C50 (%)
Excellent	18	5	10
Good	82	90	77
Poor	0	5	13

Sedangkan untuk nilai STI memiliki rata-rata sebesar 0, 693 dan persentase kondisi baik sebesar 90% serta hanya 5% yang berada pada kondisi ideal (excellent). Hal ini menjadikan gedung masuk dalam kategori baik. Serta, dalam penggunaan speaker pada sudut ini hanya 5% nilai dibawah nilai baik (sedang).

Selanjutnya, untuk nilai C50 memiliki nilai rata-rata dalam kategori baik dan hanya lebih rendah dari pada variasi 220 derajat atau -40 derajat. Dibuktikan dengan nilai 3.4 dB dan nilai persentase untuk kondisi baik 77%. Tetapi ada beberapa bagian yang masuk dalam kategori kurang (13%). Namun ada juga beberapa bagian yang masuk kategori excellent (10%).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Penelitian tugas akhir ini perbaikan akustik ruang dan tata suara pada gedung Graha Patria Kota Blitar. Hasil penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Kualitas akustik ruang gedung Graha Patria Kota Blitar sangat jauh dibawah ambang yang disarankan untuk ruang auditorium dengan nilai waktu dengung sebesar 6,2 detik. Tentunya jauh lebih tinggi dari nilai yang di rekomendasikan untuk ruang gedung dengan luas 10000 m<sup>3</sup> ini sebesar 1,2 detik Sehingga memerlukan perancangan perbaikan.
- b. Perbaikan kualitas akustik ruang gedung Graha Patria Kota Blitar dengan parameter RT60 dapat dilakukan dengan beberapa pilihan diantaranya :
  - Pergantian bahan pada atap dan bagian kanan-kiri gedung.
  - Pergantian bahan pada atap dan bagian depan belakang gedung.
  - Pergantian semua bagian gedung.
- c. Pemasangan speaker yang dapat diterapkan dalam gedung adalah speaker dengan sudut horizontal 250 derajat atau 70 derajat untuk speaker tengah dan speaker dengan sudut 220 derajat atau -40 derajat untuk speaker belakang.

#### **5.2 Saran**

Saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut sebagai berikut:

- a. Menerapkan lebih banyak parameter akustik dalam penilaian kondisi ruang maupun dalam penempatan speaker.
- b. Melakukan perancangan dan pemilihan speaker dengan perhitungan matematis terlebih dahulu untuk memudahkan dalam simulasi dan analisa.

*“Halaman ini memang dikosongkan”*



## DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati, D. R. ( 2009). Tinjauan Akustik Perancangan Gedung Pertunjukan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*.
- Anomin. (2013). *Desain Sistem Integrasi Audio pada Gereja Trinitas* . (Vokuz) Retrieved Januari 29, 2018, from <http://vokuz.com/desain-sistem-integrasi-audio-gerejatrinitas-cengkareng>
- Audio, Y. P. (n.d.). Retrieved from [http://www.yamahaproaudio.com/global/en/training\\_support/better\\_sound/part2/03/](http://www.yamahaproaudio.com/global/en/training_support/better_sound/part2/03/)
- Ballou, G. (2008). *Handbook for Sound Engineers- Fouth edition*. USA: Local Print.
- Basuki, A. (2017). *Perancangan Sistem Tata Suara Masjid Al-Aqsha Sukodono, Sidoarjo*. Surabaya.
- Electronic, T. (2018, February 2). *Toa Electronic Guide*. Retrieved from Toa Canada: [http://www.toacanada.com/assets/files/TOA\\_Speaker\\_Guide.pdf](http://www.toacanada.com/assets/files/TOA_Speaker_Guide.pdf)
- Hedy C. Indrani, S. N. (2007). Analisis Kinerja Akustik pada Ruang Auditorium . *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*, 5.
- Hernawati, C. A. (2015). *Kajian Kenyamanan Termal, Visual dan Akustik DI Lingkungan Kerja Pabrik*. Semarang, Indonesia.
- Ika Budi Setya Zuyyinati, d. (2015). Penerapan Elemen-Elemen Akustika Ruang Dalam Pada Perancangan Auditorium Mono-Fungsi, Sidoarjo-Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*.
- ISO 3382:2009. (2009). *Acoustics: Measurement of room acoustic parameters*.
- Karyono, T. H. (1999). Kenyamanan Suhu Dalam Arsitektur Tropis. *Jurnal Ilmiah*.
- Santoso, T. (2014). Analisis Kinerja Akustik Pada Ruang Auditorium Multifungsi Studi Kasus: Auditorium Universitas Kristen Petra, Surabaya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*.

- Santoso, T. (2014). Perancangan Tata Suara Balairung Utama Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*.
- Utami, S. S. (2015). Studi Perbaikan Sistem Tata Suara Gedung Ghra Sabha Pramana Universitas Gajah Mada. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*.
- Wolfgang Ahnert, H.-P. T. (2008). *Hanbook of Sound Engineer : Acoustic for Auditorium and Concert Hall*. USA: Local Print.
- Zuyyinati, I. B. (2015). Penerapan Elemen-Element Akustika Ruang Dalam pada Perancangan Auditorium Mono Fungsi, Sidoarjo – Jawa Timur. *jurnal Ilmiah Mahasiswa*.

## LAMPIRAN

### A. Hasil Pengukuran RT60

**Tabel Hasil Pengukuran Waktu Dengung untuk Frekuensi 250Hz**

Posisi Pengukuran	RT60 pengukuran ke			RT60 rerata
	1	2	3	
Bagian depan panggung	5.49	5.46	5.49	5.48
Bagian belakang ruangan	5.66	5.65	5.7	5.67
Bagian VIP room	6.14	6.15	6.19	6.16

**Tabel Hasil Pengukuran Waktu Dengung untuk Frekuensi 500Hz**

Posisi Pengukuran	RT60 pengukuran ke			RT60 rerata
	1	2	3	
Bagian depan panggung	5.9	5.92	5.91	5.91
Bagian belakang ruangan	6.16	6.22	6.22	6.20
Bagian VIP room	6.19	6.21	6.26	6.22

**Tabel Hasil Pengukuran Waktu Dengung untuk Frekuensi 1000Hz**

Posisi Pengukuran	RT60 pengukuran ke			RT60 rerata
	1	2	3	
Bagian depan panggung	5.96	5.98	6	5.98
Bagian belakang ruangan	6.26	6.3	6.31	6.29
Bagian VIP room	6.33	6.36	6.33	6.22

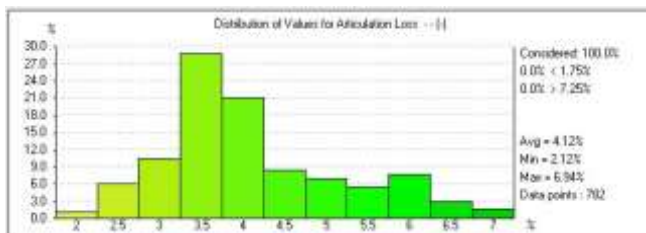
**Tabel** Hasil Pengukuran Waktu Dengung untuk Frekuensi 2000Hz

Posisi Pengukuran	RT60 pengukuran ke			RT60 rerata
	1	2	3	
Bagian depan panggung	5.45	5.53	5.52	5.50
Bagian belakang ruangan	5.6	5.61	5.68	5.63
Bagian VIP room	5.55	5.58	5.58	5.57

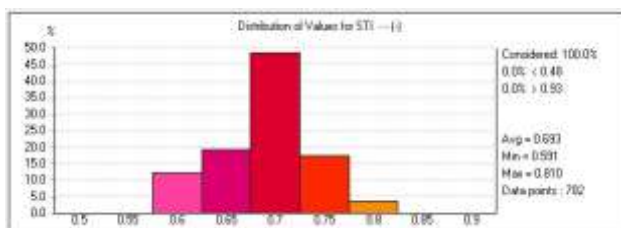
## B. Simulasi peletakan speaker

### 1. Simulasi dengan variasi sudut horizontal pada speaker tengah

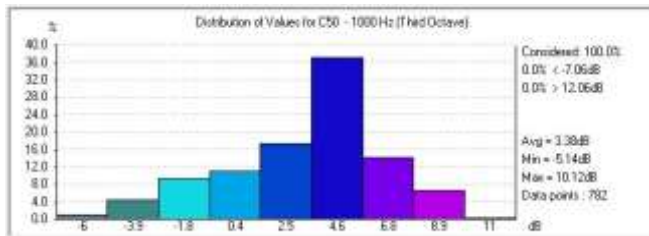
a. Sudut 240 derajat atau -60 derajat



**Gambar** Distribusi %Alcons (*Articulation Loss*) pada variasi speaker tengah dengan sudut horizontal -60 derajat / 240 derajat



**Gambar** Distribusi STI pada variasi speaker tengah dengan sudut horizontal -60 derajat / 240 derajat



**Gambar** Distribusi C50 pada variasi speaker tengah dengan sudut horizontal -60 derajat / 240 derajat

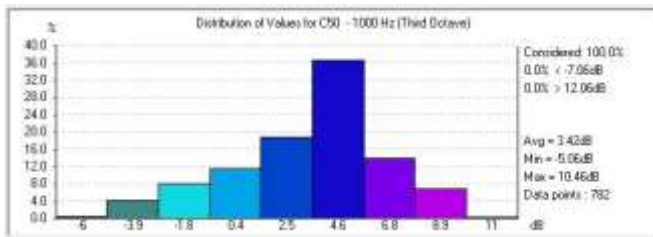
b. Sudut 250 derajat atau -70 derajat



**Gambar** Distribusi %Alcons (*Articulation Loss*) pada variasi speaker tengah dengan sudut horizontal -70 derajat / 250 derajat



**Gambar** Distribusi STI pada variasi speaker tengah dengan sudut horizontal -70 derajat / 250 derajat

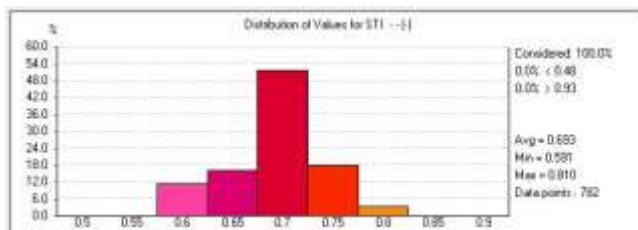


**Gambar** Distribusi C50 pada variasi speaker tengah dengan sudut horizontal -70 derajat / 250 derajat

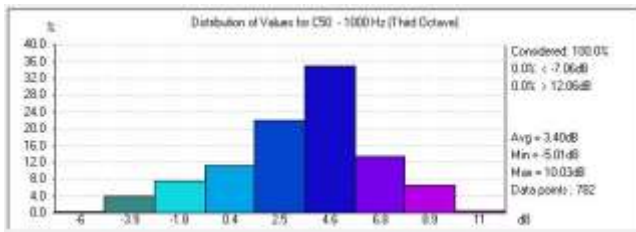
c. Sudut 260 derajat atau -80 derajat



**Gambar** Distribusi %Alcons (*Articulation Loss*) pada variasi speaker tengah dengan sudut horizontal -80 derajat / 260 derajat



**Gambar** Distribusi STI pada variasi speaker tengah dengan sudut horizontal -80 derajat / 260 derajat

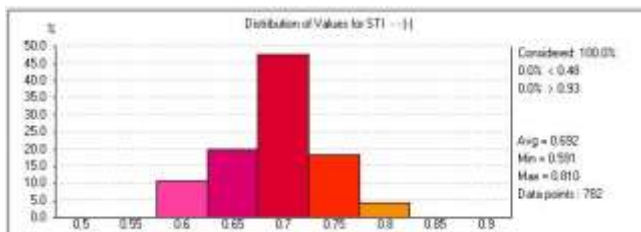


**Gambar** Distribusi C50 pada variasi speaker tengah dengan sudut horizontal -80 derajat / 260 derajat

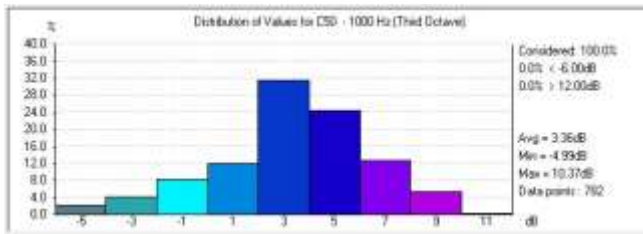
d. Sudut 270 derajat atau -90 derajat



**Gambar** Distribusi %Alcons (*Articulation Loss*) pada variasi speaker tengah dengan sudut horizontal -90 derajat / 270 derajat



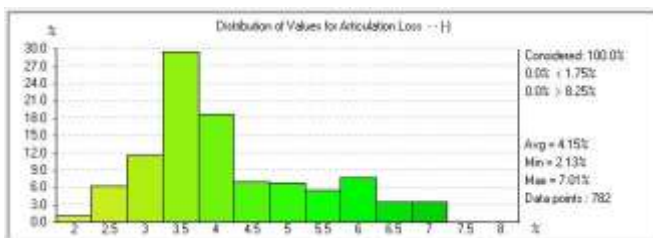
**Gambar** Distribusi STI pada variasi speaker tengah dengan sudut horizontal -90 derajat / 270 derajat



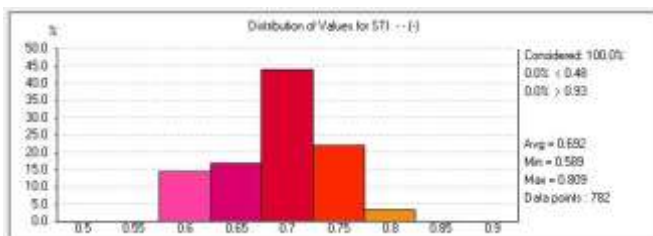
**Gambar** Distribusi C50 pada variasi speaker tengah dengan sudut horizontal -90 derajat / 270 derajat

## 2. Simulasi dengan variasi sudut horizontal pada speaker belakang

a. Sudut 200 derajat atau -20 derajat

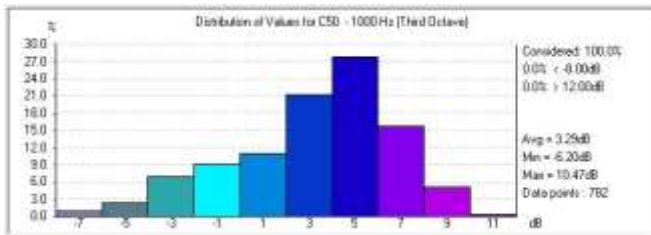


**Gambar** Distribusi %Alcons (*Articulation Loss*) pada variasi speaker belakang dengan sudut horizontal 200 derajat / -20 derajat



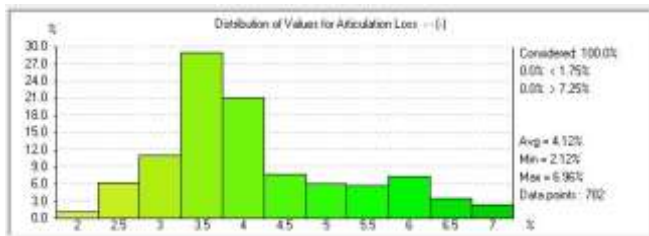
**Gambar** Distribusi STI pada variasi speaker belakang dengan sudut horizontal 200 derajat / -20 derajat



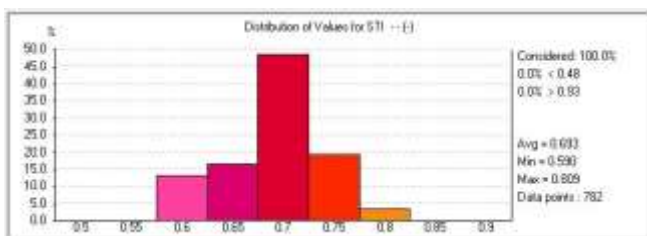


**Gambar** Distribusi C50 pada variasi speaker belakang dengan sudut horizontal 200 derajat / -20 derajat

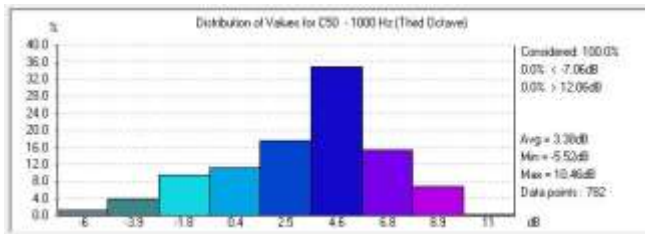
b. Sudut 210 derajat atau -30 derajat



**Gambar** Distribusi %Alcons (*Articulation Loss*) pada variasi speaker belakang dengan sudut horizontal 210 derajat / -30 derajat



**Gambar** Distribusi STI pada variasi speaker belakang dengan sudut horizontal 210 derajat / -30 derajat

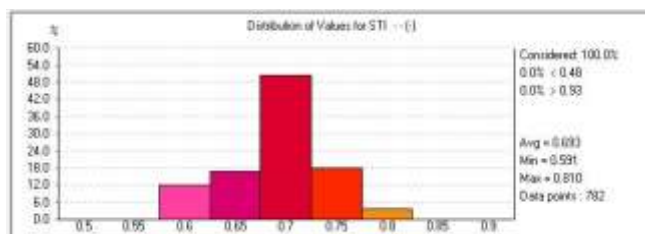


**Gambar** Distribusi C50 pada variasi speaker belakang dengan sudut horizontal 210 derajat / -30 derajat

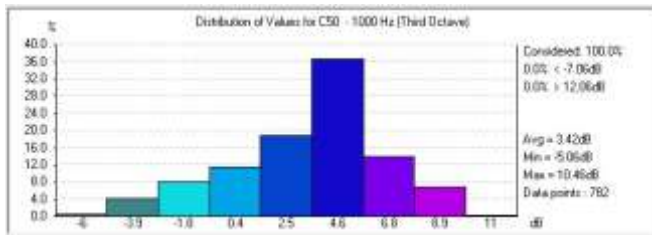
c. Sudut 220 derajat atau -40 derajat



**Gambar** Distribusi %Alcons (*Articulation Loss*) pada variasi speaker belakang dengan sudut horizontal 220 derajat / -40 derajat



**Gambar** Distribusi STI pada variasi speaker belakang dengan sudut horizontal 220 derajat / -40 derajat



**Gambar** Distribusi C50 pada variasi speaker belakang dengan sudut horizontal 220 derajat / -40 derajat

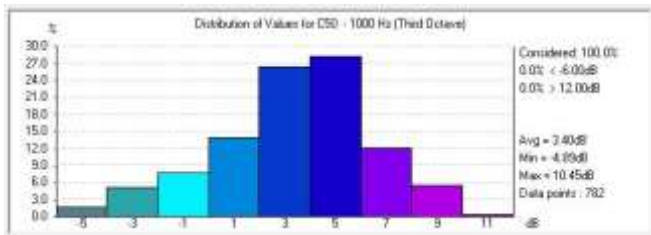
d. Sudut 230 derajat atau -50 derajat



**Gambar** Distribusi %Alcons (*Articulation Loss*) pada variasi speaker belakang dengan sudut horizontal 230 derajat / -50 derajat



**Gambar** Distribusi STI pada variasi speaker belakang dengan sudut horizontal 230 derajat / -50 derajat



**Gambar** Distribusi C50 pada variasi speaker belakang dengan sudut horizontal 230 derajat / -50 derajat

## BIODATA PENULIS



Nama penulis Rizal Cahyono dilahirkan di Blitar, tanggal 21 Januari 1995 dari bapak yang bernama Suyanto dan ibu bernama Yunanik. Saat ini penulis tinggal di Desa Semberejo RT 01 RW 07, Kecamatan Sanankulon, Kabupaten Blitar, Provinsi Jawa Timur. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di MIN Sumberejo pada tahun 2007, pendidikan di SMPN 1 Blitar pada tahun 2010, pendidikan di SMAN 1 Blitar pada tahun 2013 dan sedang menempuh pendidikan S1 Teknik Fisika FTI di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya hingga sekarang.

Pada bulan Juni 2018 penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Evaluasi Akustik Ruang dan Tata Suara pada Gedung Graha Patria Kota Blitar**. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai tugas akhir ini, maka dapat menghubungi penulis melalui *email* : [rizalcahyono2@gmail.com](mailto:rizalcahyono2@gmail.com)